

Työ- ja elinkeinoministeriön julkaisuja • Yritykset • 2020:13

Kiertotalouden ekosysteemit



Työ- ja elinkeinoministeriö
Arbets- och näringsministeriet

Työ- ja elinkeinoministeriön julkaisuja 2020:13

Kiertotalouden ekosysteemit

Työ- ja elinkeinoministeriö

ISBN PDF: 978-952-327-500-3

Taitto: Valtioneuvoston hallintoyksikkö, Julkaisutuotanto

Helsinki 2020

Kuvailulehti

Julkaisija	Työ- ja elinkeinoministeriö		2020
Tekijät	Ahola, A., Alarotu, M., Antikainen, M., Honkatukia, J., Järnefelt, V., Kapanen, J., Lantto, R., Laurikkala, M., Naumanen, M., Orko, I., Ritschkoff, A., Still, K., Sundqvist-Andberg, H., Tenhunen, A., Wiman, H., Winberg, I. ja Åkerman, M.		
Julkaisun nimi	Kiertotalouden ekosysteemit		
Julkaisusarjan nimi ja numero	Työ- ja elinkeinoministeriön julkaisuja 2020:13		
Diaari/ hankenumero		Teema	Yritykset
ISBN PDF	978-952-327-500-3	ISSN PDF	1797-3562
URN-osoite	http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-327-500-3		
Sivumäärä	143	Kieli	suomi
Asiasanat	kiertotalous, ekosysteemit, liiketoiminta, materiaalikierrot, yritykset		
Tiivistelmä <p>Kiertotalous on toimintatapa, jolla tähdätään kestäväen kehityksen mukaiseen kasvuun. Materiaalikierrot ovat kiertotalouden keskiössä, sillä niihin liittyy merkittäviä ympäristövaikutuksia ja toisaalta merkittävää liiketoimintaa eri sektoreilla.</p> <p>Vuonna 2018 materiaalikierroissa toimi yli 500 yritystä, ja kiertotaloudesta liikevaihtoa arvioidaan muodostuneen noin 11 mrd € (5 % bkt:sta). Kiertotalouden yritykset perustavat liiketoimintansa pääosin kierrätyksen tai resurssitehokkuuden liiketoimintamalleille. Vain muutama prosentti kiertotalouden liikevaihdosta kertyi tuote palveluna-konsepteista tai jakamisalusta-liiketoiminnasta.</p> <p>Materiaalikiertotalouden ekosysteemit voidaan jakaa kolmeen tyyppiekosysteemiin: alueellisista vahvuuksista ponnistavat ekosysteemit, teollisuuden vahvojen vetureiden ekosysteemit, sekä kiertotalousvisioon nojaavat ekosysteemit. Eri tyyppisillä ekosysteemeillä on oma tärkeä roolinsa kiertotalouden toteutuksessa.</p> <p>Kiertotalouden materiaalikiertoihin liittyvä liiketoiminta on arvion mukaan kaksinkertaistettavissa vuoteen 2030 mennessä. Kasvu vaatii kuitenkin samaan suuntaan ohjaavia yhtäaikaaisia politiikkatoimia, kuten sääntely, investointituet ja T&K&I kannusteet. Seuraavaksi tulisi arvioida valittujen kiertotaloustoimien yhteinen vaikuttavuus eri toimialoilla suhteessa hiilineutraalisuustavoitteisiin ja kiertotalouden toteutumiseen.</p> <p>Yhteyshenkilö: Sari Tasa, Työ- ja elinkeinoministeriö ja Inka Orko, VTT Julkaisu päivitetty 19.3.2020: tekijät ja yhteyshenkilöt, tekijäluettelo s. 22, oikeinkirjoitus s. 99.</p>			
Kustantaja	Työ- ja elinkeinoministeriö		
Julkaisun jakaja/myynti	Sähköinen versio: julkaisut.valtioneuvosto.fi Julkaisumyynti: julkaisutilaukset.valtioneuvosto.fi		

Presentationsblad

Utgivare	Arbets- och näringsministeriet		2020
Författare	Ahola, A., Alarotu, M., Antikainen, M., Honkatukia, J., Järnefelt, V., Kapanen, J., Lantto, R., Laurikkala, M., Naumanen, M., Orko, I., Ritschkoff, A., Still, K., Sundqvist-Andberg, H., Tenhunen, A., Wiman, H., Winberg, I. och Åkerman, M.		
Publikationens titel	Ekosystemen inom cirkulär ekonomi		
Publikationsseriens namn och nummer	Arbets- och näringsministeriets publikationer 2020:13		
Diarie-/ projektnummer		Tema	Företag
ISBN PDF	978-952-327-500-3	ISSN PDF	1797-3562
URN-adress	http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-327-500-3		
Sidantal	143	Språk	finska
Nyckelord	företag, cirkulär ekonomi, ekosystem, affärsverksamhet, materialkretslopp		
Referat <p>Cirkulär ekonomi är ett handlings sätt som siktar till tillväxt enligt principen om hållbar utveckling. Materialkretsloppen står i centrum för cirkulär ekonomi eftersom de har stora miljökonsekvenser samtidigt som de skapar betydande affärsverksamhet inom olika sektorer.</p> <p>År 2018 drev över 500 företag affärsverksamhet kring materialkretslopp och den cirkulära ekonomins omsättning beräknades uppgå till cirka 11 miljarder euro (5 procent av BNP). Företagen inom cirkulär ekonomi grundar affärsverksamheten huvudsakligen på affärsmodeller som går ut på återvinning eller resurseffektivitet. Endast några procent av den cirkulära ekonomins omsättning kom från konceptet Produkt som en tjänst eller från affärsverksamheten Delningsplattform.</p> <p>Ekosystemen inom den cirkulära ekonomin kan indelas i tre typer: ekosystem som bygger på regionala styrkor, ekosystem för industrins starka lokomotiv samt ekosystem som baserar sig på en kretsloppsekonomin. De olika ekosystemen har en egen viktig roll inom den cirkulära ekonomin.</p> <p>Affärsverksamheten kring den cirkulära ekonomins materialkretslopp kan enligt uppskattning fördubblas före 2030. Tillväxten kräver dock samtidiga politiska åtgärder som styr verksamheten i samma riktning, såsom reglering, investeringsstöd och incitament för forskning, utveckling och innovationer. Härnäst bör man bedöma den gemensamma effekten av de utvalda kretsloppsekonomiska åtgärderna inom olika branscher i förhållande till klimatneutralitetsmålen och möjligheterna att driva omställning till en cirkulär ekonomi.</p> <p>Kontaktperson: Sari Tasa, arbets- och näringsministeriet och Inka Orko, VTT</p> <p>Publikation uppdaterades den 19 mars 2020: författare och kontaktpersoner, författarlista s. 22, stavning s. 99</p>			
Förläggare	Arbets- och näringsministeriet		
Distribution/ beställningar	Elektronisk version: julkaisut.valtioneuvosto.fi Beställningar: julkaisutilaukset.valtioneuvosto.fi		

Description sheet

Published by	Ministry of Economic Affairs and Employment		2020
Authors	Ahola, A., Alarotu, M., Antikainen, M., Honkatukia, J., Järnefelt, V., Kapanen, J., Lantto, R., Laurikkala, M., Naumanen, M., Orko, I., Ritschkoff, A., Still, K., Sundqvist-Andberg, H., Tenhunen, A., Wiman, H., Winberg, I. and Åkerman, M.		
Title of publication	Ecosystems in the circular economy		
Series and publication number	Publications of the Ministry of Economic Affairs and Employment TEM reports 2020:13		
Register number		Subject	Enterprises
ISBN PDF	978-952-327-500-3	ISSN (PDF)	1797-3562
Website address (URN)	http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-327-500-3		
Pages	143	Language	Finnish
Keywords	enterprises, circular economy, ecosystems, business activity, material cycles		
Abstract <p>The circular economy is a practice that strives for sustainable growth. Material cycles play a key role in the circular economy because they generate significant environmental impacts but also significant business activity in various sectors.</p> <p>In 2018, more than 500 companies were engaged in operations linked to material cycles, and the estimated turnover generated by the circular economy was EUR 11 billion (5% of GDP). The business models companies engaged in the circular economy have adopted are primarily based on recycling or resource efficiency. Product as a service concepts or the platform business generated only a few per cent of the turnover in the circular economy.</p> <p>Three main types of ecosystems can be identified in the material cycle economy: ecosystems that draw on regional strengths, ecosystems that rely on strong industrial drivers, and ecosystems built on a vision of the circular economy. Each type of ecosystem plays an important role in the circular economy.</p> <p>According to estimates, the business activity associated with the material cycles in the circular economy can be doubled by 2030. Such growth would, however, require simultaneous and similarly aligned policy measures such as regulation, investment aid and incentives for research, development and innovation. The next step should be an assessment of the joint impact of selected circular economy actions in different sectors on carbon neutrality targets and the circular economy.</p> <p>Contact person: Sari Tasa, Ministry of Economic Affairs and Employment and Inka Orko, VTT Publication was updated on 19th March 2020: authors and contact persons, author list p. 22, spelling p. 99.</p>			
Publisher	Ministry of Economic Affairs and Employment		
Distributed by/ publication sales	Electronic version: julkaisut.valtioneuvosto.fi Publication sales: julkaisutilaukset.valtioneuvosto.fi		

Sisältö

1	Tiivistelmä ja suositukset	9
2	Executive Summary and Recommendations	17
3	Johdanto	20
4	Toimintaympäristön muutokset ohjaavat kohti kiertotaloutta	23
4.1	Taloudellisen toimintaympäristön reunaehdot ja lähitulevaisuuden näkymät	24
4.2	Koulutus ja tutkimus kiertotalouden edistämisen keinoina.....	37
5	Kiertotalouden liiketoiminta on alkuvaiheessa	41
5.1	Materiaalikiertotalouden liiketoiminta ja yritysten kiertotalousliikevaihto	42
5.2	Materiaalikiertotalouden liiketoiminta eri sektoreilla	44
5.3	Liiketoimintamallit materiaalikiertotalouden yrityksissä.....	48
5.4	Skenaariot kiertotalousliikevaihdon kehitykselle Suomessa	50
6	Kiertotalous tuottaa lisäarvoa ja työllisyyttä	52
6.1	Materiaalikiertotalouden yritysten toiminta ja niiden tuottama lisäarvo maakunnittain ja seutukunnittain.....	53
6.2	Alueellinen erikoistuminen ja arvontuotto	64
6.3	Pääomasijoitukset kiertotalouden yrityksiin.....	65
7	Ekosysteemit edistävät kiertotaloutta	67
7.1	Ekosysteemisen toiminnan motivaatio.....	68
7.2	Ekosysteemisen toiminnan arviointikehikko.....	70
7.3	Kiertotalouden ekosysteemit Suomessa.....	71
7.4	Kiertotalousekosysteemien toiminnan analyysi.....	72
7.5	Kolme tyyppiekosysteemiä.....	77
7.6	Kiertotalouden kasvua hidastavat ja vauhdittavat tekijät tyyppiekosysteemeissä	80

8 Kaksi tapaustarkastelua: alueellisista vahvuuksista ponnistava ekosysteemi ja kiertotalouden visioon nojaava ekosysteemi	84
8.1 EcoSairilan alueellisista vahvuuksista ponnistava ekosysteemi	84
8.2 Tekstiilikierätyksen kiertotalousvisioon nojaava ekosysteemi	87
 9 Kiertotalous 2030 – kolme tulevaisuuskuvaa kiertotalouden kehityspoluista	 90
9.1 Kiertotalouden kasvun tulevaisuuskuvat 2030	91
9.2 Korkean kasvun tulevaisuuskuva alueelliselle ja visionääriselle ekosysteemille	94
 10 Toimenpidesuositukset kiertotalouden liiketoiminnan ja arvonlisän kasvattamiseksi	 104
 11 Viiteluettelo	 110
 12 Kirjallisuutta	 113
 Liite 1. Esimerkkejä kiertotalouden opinto- ja koulutuskokonaisuuksista .	116
 Liite 2. Haastattelut	118
 Liite 3. Kehitysyhtiöiden kiertotaloustoiminnan painotuksia	119
 Liite 4. Haastattelurunko	122
 Liite 5. Maakuntien kiertotalousliikevaihdot, -lisäarvot, -työntekijät ja keskimääräinen lisäarvo/työntekijä	125
 Liite 6. Maakuntien erikoistumisindeksit kiertotalouden eri sektoreilla	126
 Liite 7. Seutukuntien kiertotalousliikevaihdot, -lisäarvot, -työntekijät ja keskimääräinen lisäarvo/työntekijä	127

Liite 8. Analyysi Napapiirin kiertotalouspuiston toiminnasta peruselementtien pohjalta	129
Liite 9. Analyysi Kemi-Tornion metalliteollisuuden ekosysteemin toiminnastaperuselementtien pohjalta.....	131
Liite 10. Analyysi Äänekosken metsäteollisuuden ekosysteemin toiminnasta peruselementtien pohjalta	134
Liite 11. Analyysi Palopuron agroekologisen symbioosin toiminnasta peruselementtien pohjalta	136
Liite 12. Analyysi Eco3 kiertotalousekosysteemin toiminnasta peruselementtien pohjalta	138
Liite 13a. Priorisoidut politiikkatoimet ja vaikuttavuus eri kasvutekijöihin; kooste työpalaverin asiantuntija-arvioista	140
Liite 13b. Priorisoidut politiikkatoimet ja vaikuttavuus eri kasvutekijöihin; kooste työpalaverin asiantuntija-arvioista	142

1 Tiivistelmä ja suositukset

Kiertotalouden muutosvoimat ja mahdollisuudet

Kiertotalous on toimintatapa, joka pyrkii vastaamaan globaalin väestönkasvun, luonnonvarojen ylikulutuksen ja ilmastomuutoksen aiheuttamiin suuriin haasteisiin mahdollistaen samanaikaisesti talouskasvua. Kiertotalous ei ole yksi toimiala, vaan se koskee lähes kaikkia toimialoja.

Kiertotalouden kansantaloudellinen merkitys seuraavien lähivuosien aikana pohjautuu julkisen ja yksityisen sektorin kykyyn sopeutua kiertotalouden vaatimiin toimintatapojen muutoksiin ja hyödyntää niiden mukana tuomia mahdollisuuksia. Vaikka suurin osa kiertotalouden liikevaihdosta tulee tällä hetkellä suurten yritysten toiminnasta, on kiertotalouden liiketoiminta Suomessa vielä pääsääntöisesti alueellista, pienten ja keskisuurten yritysten toimintaa. Huolimatta alueellisten kiertotalouskeskittymien toistaiseksi vaatimattomasta kasvusta, on niillä taloutta kasvattava vaikutus alueellisesti toiminnan tehostumisen luoman arvonlisän ja uusien työpaikkojen muodossa. Kiertotalouden liiketoiminta on mahdollista kaksinkertaistaa vuoteen 2030 mennessä, mutta kasvu ja sen myötä syntyvä arvonluonti vaativat nykyistä suurempaa toiminnan volyymia kaikkien resurssien osalta (esimerkiksi saatavilla olevat raaka-ainevirrat, markkinat ja toimijajoukko).

Kiertotalouden muutosvoimia ovat globaalit haasteet, kuten ilmastomuutos, väestön kasvu, kaupungistuminen ja resurssien riittävyys, sekä taloudellisen toimintaympäristön muutokset ja näkymät, arvonluontiin ja kulutustottumuksiin liittyvät trendit, ympäristövaikutukset ja energiamurros, politiikkatoimien ja sääntelyn ohjaava vaikutus sekä teknologiakehitys ja innovaatioiden syntymiseen vaadittavat osaamiset ja kyvykkyydet.

Materiaalikierrrot ovat energiantuotannon ohella merkittävän ja laajin kiertotalouden liiketoiminta-alue, joka aktivoi myös muuta liiketoimintaa muun muassa teknologiakehityksessä, logistiikassa ja palveluissa.

Kiertotalouden liiketoiminta ja arvonlisä Suomessa

Materiaalikiertoihin pohjautuva kiertotalous on arviolta n. 5 % Suomen bruttokansantuotteesta. Vuonna 2018 materiaalikiertojen parissa toimivien n. 540 yrityksen liikevaihdon arvioidaan olleen yhteensä 70,8 mrd. €. Tästä suoraan kiertotalouteen liittyvien toimintojen liikevaihdon on arvioitu olevan 11,1 mrd. €, joka vastaa n. 16 %:a tarkastelun kohteena olevien yritysten kokonaisliikevaihdosta. Vaikka suurin osa (n. 9,8 mrd. €) kiertotalouden liikevaihdosta muodostuu suurten yritysten toiminnasta, on kiertotalouden liiketoiminta Suomessa vielä pääsääntöisesti alueellisista pienten ja keski suurten yritysten käsissä. Noin kolme neljännestä tunnisteista 540 materiaalikiertoihin keskittyneistä yrityksistä on pk-sektorin yrityksiä. Niiden yhteenlaskettu kiertotalouden liikevaihto on kuitenkin vain 1,3 mrd. €.

Materiaalikiertotalouden liiketoiminnan tuottavuutta arvioitiin tarkastelemalla yritysten lisäarvoa (palkkasummat ja omistajille maksetut tuotot) työntekijää kohden niissä yrityksissä, joissa on mainittavaa materiaalikiertojen toimintaa. Kiertotalouden yrityksissä arvonlisä metsäpohjaisissa kierroissa ja teknisissä metallikierrroissa on korkeampi kuin keskimäärin kaikissa metsätoimialan tai vastaavasti metalli- ja rakennussektorin yrityksissä. Rakennussektorilla merkittävää eroa ei ole. Jätteenkäsittelyn sektorilla kiertotalous tuottaa korkeampaa arvonlisää lähinnä suurille yrityksille. Arvonlisän tuotto noudattaa yleisesti yrityksen toimialan arvonlisän kehitystä ja suhdanteita tuotemarkkinassa. Korkeampi arvontuotto voi selittyä paitsi kiertotalousliiketoiminnan tuottavuudella myös kyseessä olevien yritysten muuta toimialaa korkeammalla panostuksella yleisesti innovaatiotoimintaan, kehittämiseen ja uuteen liiketoimintaan. Kiertotalouden arvonluonti ei kuitenkaan perustu pelkästään liiketoiminnan volyymiin ja sen kasvuun, vaan myös epäsuoriin liiketoiminnallisiin, ympäristö- ja kansantaloudellisiin hyötyihin, kuten uudet yhteistyömahdollisuudet, asiakassuhteiden laatu ja positiivinen vaihtotase.

Pääomasijoitusten volyymi ennakoi uuden liiketoiminnan kasvua lähivuosina. Vuonna 2018 pääomasijoituksia tehtiin kiertotalouden yrityksiin noin 10 milj. €

ostovoimaa tukemaan kiertotalousratkaisujen markkinoille pääsyä ja motivoimaan kiertotalouden kehitystoimintaa yrityksissä.

Tutkimus-, kehitys- ja innovaatiotoiminnalla on keskeinen merkitys kiertotalousratkaisujen kehittämisessä ja uudenlaisessa arvonluonnissa. Digitaalisuuden ja tekoälyn yhdistäminen materiaalikiertojen hallintaan mahdollistaa kustannus- ja ympäristötehokkaat kiertotalouden liiketoimintaratkaisut ja palvelut. Innovaatiot, jotka tähtäävät kiertotalouden systeemiseen muutokseen, vaativat pitkäjänteistä kehityspanosta ja tavoitehakuista, ilmiölähtöistä tutkimusta.

Sivuvirtojen ja jätteiden tehokkaaseen hyödyntämiseen sekä materiaalien arvon ylläpitämiseen tähtäävä kiertotalous edellyttää lähtökohtaisesti monen toimijan välistä yhteistyötä. Esimerkiksi uusien kierrätysmateriaalipohjaisten ratkaisujen tai uusien käänteentekevien liiketoimintamallien tuominen markkinoille tyypillisesti vaatii yhteistä tahtotilaa, muutoksia ja sopeutumista koko arvoverkossa, mukaan lukien julkisten toimijoiden kannustimet ja sääntely. Myös asiakkaiden ja kuluttajien rooli on tärkeä markkinan synnyttämisessä. Ekosysteeminen toiminta, jossa yhteisen arvonluonnin kautta rakennetaan markkinaa ja tuodaan liiketoimintahyötyjä kaikille mukana oleville, on luonteva ja usein välttämätön toimintatapa.

Kiertotalouden ekosysteemit voidaan jakaa kolmeen eri perustyyppiin niiden syntymotivaation ja ominaispiirteiden mukaan:

- **Teollisuuden vahvojen vetureiden ympärille rakentuneiden ekosysteemien** perustana on olemassa oleva teollisen mittakaavan tuotanto, jonka kierrätysraaka-aineen tai omien sivuvirtojen hyödyntämisen ympärille on syntynyt innovaatiotoimintaa, startup-yrityksiä ja/tai pk-yritysten liiketoimintaa. Näiden ekosysteemien vahvuutena on veturiyrityksen vahva, lähtökohtaisesti kansainvälinen liiketoiminta, teollinen osaaminen ja investointikyky. Heikkoutena puolestaan on, että kiertotalous on veturiyrityksille sivuliiketoimintaa, minkä vuoksi panostukset liiketoiminnan uudistamiseen kiertotalouden lähtökohdista jäävät vähäisiksi. Kehitystyö keskittyy helposti perinteiseen olemassa olevien prosessien materiaalitehokkuuden edistämiseen. Vahvojen vetureiden ekosysteemeissä pienet toimijat ovat usein riippuvaisia veturiyrityksestä, mikä saattaa rajoittaa niiden kasvua.

- **Alueellisista vahvuuksista ponnistavien ekosysteemien** vahvuutena ovat kiinteät kytkökset alueen julkisten toimijoiden ja elinkeinonharjoittajien välillä. Toiminta perustuu alueelliseen kasvuvisioon, ja sen tukena on usein kunnallisia kehitysyhtiöitä ja liikelaitoksia, jotka pystyvät pitkäjänteisesti luomaan yhteistä visiota ja verkottamaan toimijoita. Liiketoiminnan kasvattaminen alueellisesta globaaliin on näiden ekosysteemien suurin haaste, koska paikallisuuteen perustuvat kilpailuedut, kuten alhaiset logistiikkakustannukset ja materiaalivirtojen hallinta, eivät välttämättä toteudu alueen ulkopuolella. Pieniltä paikallisilta yrityksiltä voi myös puuttua vientimarkkinaosaaminen, verkostot, kasvuhalu ja -kyvykyys, joiden avulla valtakunnallisille tai globaaleille markkinoille pääsy mahdollistuu.
- **Kiertotalousvisiolähtöisten ekosysteemien tavoitteena on rakentaa** uudenlaista, kestävän kehityksen haasteisiin vastaavaa kiertotalouden liiketoimintaa. Kiertotalousvisioon nojaavat ekosysteemit voivat tuottaa uudistavia, käännteentekeviä ratkaisuja globaaliin markkinaan. Nämä ekosysteemit ovat tyypillisesti innovaatioekosysteemejä ja kehityksensä alkuvaiheessa. Niiden haasteena on muutos innovaatioista liiketoiminnaksi ja resurssien löytäminen yritysten väliseen yhteiseen arvonluontiin ja liiketoiminnan kehittämiseen. Visiolähtöisiltä ekosysteemeiltä voi puuttua myös rahoitusta kehitystyöhön, investointeihin ja infrastruktuuriin, joiden ympärille ekosysteemin toiminta voi rakentua. Ekosysteemien asema olemassa olevan systeemin haastajana on niiden mahdollisuus mutta samalla haaste liiketoiminnan kehittymistä ajatellen. Perinteiset toimijat pyrkivät tyypillisesti puolustamaan olemassa olevaa liiketoimintaansa uudistamisen sijaan.

Toimenpidesuosituksat kiertotalouden liiketoiminnan kasvattamiseksi

Suomella on hyvät mahdollisuudet **kaksinkertaistaa kiertotalouden liikevaihto** ja siihen liittyvä arvolisä vuoteen 2030 mennessä. Siihen vaaditaan politiikkatoimien rohkeaa suuntaamista kohteisiin, jotka parhaiten vastaavat kasvun haasteisiin. Kiertotalouden vaikutusta Suomen kilpailukykyyn, tuottavuuteen ja hyvinvoinnin lisääntymiseen tulisi seurata mittaamalla myös välillisiä hyötyjä, kuten vapautuvan hiilen kokonaismäärän vähenemää, yritystoimintaa ja kansallista

omavaraisuusastetta. Kansantaloudellisesti merkittävä kiertotalouden kasvu vaatii yritystoiminnan ulottamista eurooppalaisille tai globaaleille markkinoille, sekä vahvojen veturiyritysten ja innovatiivisten ja kasvuhaluisten teknologia- ja palveluyritysten aitoa yhteistoimintaa lisäarvoa tuottavien ratkaisujen synnyttämiseksi.

Siirtymä kiertotalouteen vaatii julkisen sektorin tiivistä yhteistyötä muiden toimijoiden kanssa. Uusiin tuotteisiin ja palveluihin kannustavat ja kiertotalouden markkinoita luovat politiikkatoimet nousevat keskeisiksi kiertotalouden liiketoiminnan kasvun kannustimiksi. Politiikkatoimien lisäksi tarvitaan uusia liiketoimintamalleja, innovatiivisten jatkojalostustuotteiden ja palveluiden kehittämistä sekä kuluttajien kytkemistä arvoketjun tiiviiksi osaksi. Kansalaisten kulutuskäyttäytymisellä ja vaatimuksilla on suuri ja yhä kasvava merkitys kiertotalouden edellyttämän muutoksen toteutumiseen.



Kuva 1. Kiertotalouden tukeminen edellyttää johdonmukaista ja samansuuntaista politiikkakeinojen kokonaisuutta.

Kiertotalouden liiketoiminnan kasvun edistämiseksi suositellaan seuraavien **innovaatiopoliittisten ja sääntelytoimenpiteiden** käyttöönottoa ja tehostamista:

1. **Pitkäjänteinen TKI-tuki ja kannusteet.** Kiertotalouden toteutus ja kasvuorientoitunut liiketoiminnan kehitys vaativat pitkäjänteistä innovaatioiden kehitystä tukevaa TKI (tutkimus-, kehitys- ja innovaatio) -toimintaa, joka edesauttaa liiketoiminnan syntymistä ja ekosysteemistä toimintaa. Olemassa olevia TKI- instrumentteja tulisi suunnata uudelleen tavoitehakuiseen ja innovaatiolähtöiseen PPP (public private partnership) -toimintaan. Rahoittajien välistä saumatonta yhteistyötä ja eri tutkimusinstrumenttien yhteensovittamista tulee kehittää entisestään (esimerkiksi Business Finlandin ja Suomen Akatemian rahoitusinstrumentit).
2. **Kiertotalouden investointirahoitus ja -tuki.** Markkinaehtoiset pääomaisijoituskriteerit eivät tue isojen ja hitaasti tuloutuvien kiertotalousinvestointien toteutusta yrityksissä. Tarvitaan investointirahoitusta, joka sallii hitaamman kasvun ja alhaisemman pääoman tuoton, jotta suuren volyymin sivu- ja jätevirrat saadaan teollisessa mittakaavassa käyttöön.
3. **Nopeat kokeilut ja pilotointitoiminta.** Liiketoiminnallisiin kokonaisuuksiin keskittyvällä kokeilu- ja pilotointitoiminnalla kehitetään ja validoidaan kiertotalouden kaupallistamiseen tähtääviä, skaalautuvia ratkaisuja. Käytettävillä keinoilla tulee varmistaa yritysten, etenkin pk-sektorin, mahdollisuus käyttää korkeatasoisia kokeilu- ja pilottiympäristöjä Suomen kiertotalouden kannalta uusien konseptien kehittämiseen ja validointiin.
4. **Innovatiiviset julkiset hankinnat.** Kunnat, kaupungit ja julkiset hankintayksiköt veloitetaan erillismenettelyllä suunnittelemaan julkiset hankintansa siten, että tietty osuus hankinnoista toteutetaan asetettujen kiertotalouskriteerien pohjalta, esimerkiksi edellyttämällä sivuvirta- ja kierrätysmateriaalien käyttöä tuotteissa. Innovatiivisten julkisten hankintojen avulla voidaan tukea myös uusien, kiertotalouden liiketoimintamallien kehitystä esimerkiksi suunnittelemalla hankinnat palvelupohjaisiksi.
5. **Luvituksen ja valvonnan valtakunnallinen yhdenmukaistaminen ja prosessien nopeuttaminen sekä kevyemmän sääntelyn kokeilut.** Markkinoille pääsyn nopeus on liiketoiminnan käynnistämisessä ratkaisevaa, ja kokeilujen mahdollistaminen kevyemmällä sääntelyllä sekä varsinaisen liiketoiminnan ripeä luvitus tuovat kilpailuetua kansainvälisille markkinoille pääsyyn. Viranomaisten tiiviimpi yhteistyö parhaiden käytäntöjen jakaminen mahdollistaa nopeamman luvituksen.

- 6. Suomen hiilineutraalisuus 2035 -tavoitetta tukevat kannustimet.** Resurssitehokasta kiertotaloutta edistetään kannustimilla, jotka kiihdyttävät teollisuuden ja muiden toimijoiden hiilidioksidipäästöjen merkittävää vähentämistä sekä edistävät hiilidioksidin ja muiden C1-yhdisteiden talteenottoa ja hyödyntämistä raaka-aineena.
- 7. Vapaaehtoisten Green deal-sopimusten ja sektoriaalisten sopimusten vauhdittaminen.** Julkisen ja yksityisen sektorin välisillä sopimuksilla edesautetaan ketteriä kokeiluja ja nopeutetaan alkavaa liiketoimintaa.

Toimenpidekokonaisuuksien tulisi viedä kehitystä samansuuntaisesti eteenpäin. Valittujen toimenpidekokonaisuuksia yhteisvaikutuksia tulisi seuraavassa vaiheessa arvioida laadullisesti ja määrällisesti.

2 Executive Summary and Recommendations

Circular economy aims at solving the sustainability challenges of global population growth, overuse of natural resources, and climate change. Circular economy relates to all branches of industry and society. The key drivers include urbanization, depletion of resources, environmental degradation, global economic and consumer trends, technology development, and national/international policies and regulation. The EU circular economy policy package, the government's 2019 low-carbon and circularity program, and Sitra's Circular Road Map give a framework for setting the Finnish targets and designing the related activities.

Material related cycles are the most significant source of Finland's CO₂ emissions, along with traffic and energy production. At the same time, materials related cycles bring the most turnover in export and offer the lowest hanging fruit for making operations more lean, and increasing circularity. Further, circular materials business operations activate other sectors, such as services, technology development, and logistics. We identified approximately 540 companies with current circular materials related business in Finland. The companies' total circular business turnover was 11,1 billion euros, representing on average some 16% of the companies' total turnover. The total share of circular material cycles related business was about 5 % of Finnish GDP in 2018.

The ability of the public and private sectors to adapt to the new circular paradigm plays a key role in making the transition and providing substantial growth in GDP. Even though the biggest companies bring currently the largest share (approximately 90%) of total circular revenue in Finland, most activity takes place within the local and regional SMEs and their ecosystems. Despite the modest growth so far, the circular SME sector plays a significant role in making the circular transition a wider scope in every-day life. Overall, we have estimated that the total

circular revenue in Finland can be doubled by 2030, provided we can increase the availability of and accessibility to our key resources, such as circular raw materials, funding, markets, and market players. The publicly announced venture capital investments (10 million euros) in circular economy startups and companies were less than 5% of the total venture capital (470 million euros) invested in companies in Finland in 2018, predicting modest growth in new circular SME business in the near future, if no additional measures are taken.

Three types of circular ecosystems were identified based on stakeholder interviews in seven different ecosystems. The **regional ecosystems** are locally important in value creation but will need specialization to create unique customer value needed for growth beyond the regional scope. The **circular vision driven ecosystems** have high potential in creating disruptive and high-value solutions but require connecting to wider industrial expertise and networks to secure investments and to get support for market renewal. The **industrially operated ecosystems** have the resources through their strong key players to enter and influence the markets, but they will need circular strategy implementation throughout the organization and new ways of collaborating between the industrial players and startups for true industry renewal. Overall, circular concepts typically require collaboration between multiple stakeholders in the value network, and ecosystems offer a vehicle for co-creation of new circular business.

The key policy measures to facilitate circular economy growth include:

- 1. Long-term R&D and innovation funding, such as public-private partnerships.** Circular concepts require long-term commitment to multi-party collaborative development, adaptation and measures through the value chain.
- 2. Investment funding allowing longer pay-back times and lower ROIs.** Large-volume side stream utilization usually requires big investments up front. Some of the investment benefits are of a general nature and do not, at least in the current situation, convert into revenue such as avoided emissions or national balance of international payments.
- 3. Fast trials and piloting.** Many SMEs don't have access to state-of-the-art equipment or scale-up competencies, and for some new innovative processes, the equipment may not yet be available.

- 4. Innovative public procurement.** Public procurement can help create demand and markets for circular solutions. The volume of public procurement is 30 billion euros yearly in Finland and offers the critical volume for market creation for new circular solutions.
- 5. Lighter regulation on pilot activities and faster permitting processes.** Quick market entry is critical for companies to beat the competition, but also due to the high cost associated with slow processes.
- 6. Incentives to support the Carbon neutral Finland 2035 target.** These incentives may include for example C1 or carbon capture technology R&D support actions, or rewarding companies for resource efficiency.
- 7. Expanding the use of voluntary Green deal and sectorial agreements.** For example, municipalities may have the interest to enhance circular initiatives in the community.

3 Johdanto

Kiertotalous ja siihen liittyvät uudet toimintatavat sekä teknologinen murros mahdollistavat kunnianhimoisten ilmastotavoitteiden yhdistämisen taloudelliseen kasvuun ja lisääntyvään hyvinvointiin. Tulevaisuudessa tiedon ja palvelumallien hyödyntäminen nousevat uuden arvontuoton tavoiksi tukemaan materiaali- ja tuotekeskeistä kiertotaloutta. Kiertotalous tarjoaa mahdollisuuksia uudelle liiketoiminnalle ja työpaikkojen syntymiselle.

Tulevaisuuden kiertotalous nähdään kaikki yhteiskunnan osa-alueet läpileikkävänä systeeminä toimintatapana, jossa tuotteet, materiaalit, tieto ja arvo kiertävät arvoketjuissa katkeamattomasti ja kestävästi. Tehokkuus, kestävyys ja arvo lisääntyvät, kun materiaalit ja tuotteet alun alkaen suunnitellaan tarve- ja asiakaslähtöisesti ja valmistetaan pitkäikäisiksi. Tuotannossa tarvittavat resurssit ja tuotettu jäte minimoidaan. Tuotteiden käytön kestävyyttä ja tehokkuutta lisätään palvelullistamalla.

Kansantalouden näkökulmasta Suomen kiertotalouden kasvu seuraavien lähi-vuosien aikana perustuu suuresti julkisen ja yksityisen sektorin kyvylle sopeutua toimintatapamuutoksiin ja hyödyntää niiden mukanaan tuomia mahdollisuuksia. Vaikka suurin osa kiertotalouden liikevaihdesta tulee suurten yritysten toiminnasta, on kiertotalouden liiketoiminta pääsääntöisesti alueellista, pienten ja keskisuurten yritysten toimintaa. Vaikka näiden alueellisten kiertotalouskeskittymien kasvu on suhteellisen vaatimatonta ja hidasta, vaikuttavat ne positiivisesti alueen kehittymiseen toiminnan tehostumisena ja uusina työpaikkoina. Kotimaista arvonn lisää muodostuu, kun esimerkiksi neitseellisiä tuontimateriaaleja korvataan kierrätysmateriaaleilla. Merkittävä liiketoiminnan kasvu ja sen myötä syntyvä arvontuotto vaativat liiketoimintamallien ja -periaatteiden perusteellista uudistamista sekä tietoisia panostuksia ja muutosvalmiutta yhteiskunnalta, yrityksiltä ja yksilöiltä.

Materiaalit ovat kiertotalouden ytimessä ilmastovaikutustensa ja niihin sitoutuneen taloudellisen arvon vuoksi. Materiaalikiertoissa on myös huomattavia mahdollisuuksia tehostaa toimintaa. Materiaalikiertotalous aktivoi myös muuta liiketoimintaa, kuten teknologiakehitystä, logistiikkaa ja muita palveluita.

Raportissa tarkastellaan materiaalikiertotalouden liiketoiminnan nykytilaa, sen kasvun mahdollisuuksia ja ekosysteemisen toiminnan merkitystä liiketoiminnan kehitymisessä. Raportissa on keskitytty materiaalikiertoihin perustuvan kiertotalouden liiketoiminnan kasvu- ja arvontuottopotentiaalin tarkasteluun. Selvitys toteutettiin analysoimalla kiertotaloutta koskevaa tieteellistä ja muuta raportoitua tietoa, kansallisia sekä kansainvälisiä strategioita ja politiikkatoimenpiteitä, ja työpajatyöskentelyn, tilastotarkasteluiden ja toimiala-, yritys- ja ekosysteemihaastatteluiden avulla. Kiertotalouden vaikutuksia tulevaisuuden liiketoimintaan ja bruttokansantuotteen kehitykseen peilattiin tulevaisuuskuvatyöskentelyn ja makroekonomisten mallien avulla.

Selvityksessä on tarkasteltu seuraavia näkökulmia:

- I. Tunnistettujen kiertotalouden ekosysteemien arvonluontipotentiaali taloudellisen kasvun, uuden liiketoiminnan, viennin, työpaikkojen sekä kestävän kehityksen näkökulmasta
- II. Markkinoiden, sääntelyn, rahoituksen, teknologian ja osaamisen pullonkaulat toimijoiden ja liiketoiminnan näkökulmasta
- III. Tarvittavat toimenpiteet kiertotalouden liiketoiminnan vauhdittamiseksi ja kasvattamiseksi

Analysoidun kirjallisen aineiston ja haastattelumateriaalin pohjalta laadittiin yhteenveto kiertotalouden tämän hetken toteumasta Suomessa, johtopäätökset ja suositukset kasvua tukeviksi toimenpiteiksi.

Raportin luku 4 tarkastelee kiertotalouden toimintaympäristöä ja siihen liittyvän liiketoiminnan kehittymistä suuntaavia muutosvoimia, niihin liittyviä haasteita ja kehittämisehdotuksia. Luku 5 kuvaa materiaalikiertoihin perustuvan yritystoiminnan nykytilaa, liiketoiminnan volyymiä ja käytössä olevia kiertotalouden liiketoiminnan malleja. Luvussa 6 arvioidaan yritysaineiston pohjalta laskettua materiaalikiertojen liiketoiminnan arvontuottoa ja työllistävyyttä Suomessa 2017/2018. Luvussa arvioidaan myös tulevaa kasvua kiertotalouteen tehtyjen pääomasijoitusten ja muiden

omistusjärjestelyjen pohjalta. Luvussa 7 analysoidaan materiaalikiertotalouden ekosysteemien toimintaa ja kuvataan niiden roolia kiertotalouden edistämisessä esimerkkiekosysteemien kautta. Analyysin perusteella esitetään kolme tyyppiekosysteemiä ja ehdotetaan niitä tukevia toimenpiteitä. Luvussa 8 tarkastellaan kahden esimerkkiekosysteemin toimintaa ja arvontuottopotentialia. Luku 9 tarkastelee globaalien kehitystrendien vaikutusta suomalaisen kiertotalouden kehittymiseen ja arvontuottopotentialiin kolmen vaihtoehtoisten tulevaisuuskuvien avulla.

Kiertotalous on hallitusohjelman (Valtioneuvosto, 2019) merkittävä edistämiskohde. Tämä raportti tarjoaa tietopohjan hallitusohjelman kiertotalouden liiketoimintaa ja arvontuottoa koskevien toimenpiteiden toteuttamisen tueksi.

Työhön ja raportin laatimiseen ovat osallistuneet Antti Ahola, Matias Alarotu, Maria Antikainen, Juha Honkatukia, Vafa Järnefelt, Johanna Kapanen, Raija Lantto, Mikko Laurikkala, Mika Naumanen, Inka Orko, Anne-Christine Ritschkoff, Kaisa Still, Henna Sundqvist-Andberg, Anna Tenhunen, Henri Wiman, Iris Winberg ja Maria Åkerman. Raportin editoinnista ovat vastanneet Raija Lantto, Inka Orko ja Anne-Christine Ritschkoff.

4 Toimintaympäristön muutokset ohjaavat kohti kiertotaloutta

Tässä luvussa tarkastellaan kiertotalouden toimintaympäristöä ja siihen liittyvän liiketoiminnan kehittymistä suuntaavia muutosvoimia, niihin liittyviä haasteita ja kehittämis ehdotuksia.

Kiertotalouden muutosvoimia ovat globaalien haasteiden, kuten ilmastomuutos, väestön kasvu, kaupungistuminen ja resurssien riittävyys, lisäksi taloudellisen toimintaympäristön muutokset ja näkymät, arvonluontiin ja kulutustottumuksiin liittyvät trendit, ympäristövaikutukset ja energiamurros, politiikkatoimien ohjaava vaikutus sekä teknologiakehitys ja innovaatioiden syntymiseen vaadittavat osaamiset ja kyvykkyudet.

Kiertotalouden arvontuotto koostuu liiketoiminnan kasvun ja volyymin lisäksi myös erilaisista välillisistä tekijöistä, kuten ilmastomuutoksen hillintä, positiivinen vaihtotase ja yritystoiminnan laadun paraneminen uudenlaisten asiakassuhteiden ja yhteistyön kautta. Arvontuoton määrittäminen on kuitenkin haasteellista, koska epäsuorien tekijöiden vaikutusta mittaavat indikaattorit puuttuvat.

Politiikkatoimien vaikutus on pääsääntöisesti kiertotalouden tavoitteita ja liiketoimintaa edistävää. Kiertotalouden liiketoiminnan näkökulmasta suurimmat haasteet liittyvät lainsäädännön monimutkaisuuteen ja kieltolähtöisyyteen. Luvittavien ja valvovien viranomaisen välistä yhteistyötä tulisi lisätä sääntelyn tulkinnan yhdenmukaistamiseksi ja luvitusprosessien nopeuttamiseksi. Vapaaehtoiset, julkisen ja yksityisen sektorin väliset sitoumukset (green deals) ovat keino vauhdittaa kiertotalouden tuotteiden ja palveluiden markkinoiden muodostumista.

Suomen **julkisten hankintojen** volyymi on noin 30 mrd. € vuodessa. Kiertotaloutta edistävien kriteerien avulla voidaan julkisia hankintoja suunnata tukemaan kiertotalousratkaisujen pääsyä markkinoille.

Tutkimus-, kehitys- ja innovaatiotoiminnalla on keskeinen merkitys kiertotalousratkaisujen kehittämisessä ja uudenalaisessa arvonluonnissa. Digitaalisuuden ja tekoälyn yhdistäminen materiaalikiertojen hallintaan mahdollistaa kustannus- ja ympäristötehokkaat kiertotalouden liiketoimintaratkaisut ja palvelut. Innovaatiot, jotka tähtäävät kiertotalouden vaatimaan systeemiseen muutokseen, vaativat pitkäjänteistä kehityspainosta ja tavoitehakuista ilmiölähtöistä tutkimusta. Nykyisiä tutkimuksen rahoitusmalleja tulisi suunnata paremmin kiertotalouden edistämiseen.

4.1 Taloudellisen toimintaympäristön reunaehdot ja lähitulevaisuuden näkymät

Talouden raamit materiaalikiertotaloudessa

Kiertotalous on merkittävä taloudellinen mahdollisuus, jonka avulla voidaan luoda kasvua ja tuottaa arvoa kestävästi. Arvioiden mukaan kiertotalouden vaikutus Euroopan talouteen voi parhaimmillaan olla vuositasona 1 800 mrd. € vuonna 2030 (Ellen MacArthur Foundation, 2015). Kiertotalouden toiminnoilla aikaansaadun talouskasvun edellytyksenä on yhteiskunnan eri osa-alueilla tapahtuva systeeminen muutos, joka vauhdittaa siirtymää pois tällä hetkellä vallitsevasta ns. lineaarisesta toimintamallista. Kiertotaloudella haetaan ratkaisuja väestönkasvun, kaupungistumisen, luonnonvarojen ylikulutuksen ja ilmastomuutoksen aiheuttamiin suuriin haasteisiin. Se muuttaa tuotanto-, valmistus- ja kulutustapoja tietoon ja palveluihin pohjautuviksi sekä vaatii toteutuakseen arvontuoton ja liiketoimintamallien perusteellista uudistamista.

Kiertotalouden arvontuotto ei perustu pelkästään liiketoiminnan kasvuun ja volyymiin, vaan myös uudenlaisten yhteistyömahdollisuuksien ja palveluiden syntymiseen, ja siten kansantaloudellisiin ja yhteiskunnallisiin vaikutuksiin. Yrityksissä kiertotalouden hyödyt näkyvät liikevaihdon kasvun lisäksi myös asiakassuhteiden laatuina, riskien pienentymisenä ja imago- ja brändihyötyinä. Yhteiskunnassa kierto-talous näkyy bruttokansantuotteen kasvuna tai välillisesti esimerkiksi vaihtotaseen

kautta. Kiertotalouden liiketoiminnan mahdollistaman kasvun ja välillisten vaikutusten (mukaan lukien ilmastomuutoksen hillintä, luonnon monimuotoisuuden säilyminen sekä resurssitehokkuus) toteutumisen seuranta on nykyisten indikaattoreiden avulla haasteellista. EU:ssa kehitetään useiden sertifiointijärjestelmien kuten Global Reporting Initiative GRI ja Joutsenmerkki (Ympäristömerkintä Suomi Oy, 2019) tuella kiertotalouden ja kestävä liiketoiminnan mittareita ja standardeja (Euroopan komissio, 2018a).

Kiertotaloutta vauhdittavia ajureita tunnistetaan lukuisia. Ajurit liittyvät taloudellisen toimintaympäristön muutoksiin, arvonluonnin uusiin tapoihin ja muuttuviin kulutustottumuksiin, ympäristön tilaan, yhteiskunnallisiin muutoksiin ja energiakysymyksiin, talouskasvu vauhdittavaan kiertotalouspolitiikkaan sekä koulutus-, teknologia- ja innovaatiotoimintaan. Globaali talous, ympäristön tila ja energiakysymykset nähdään keskeisinä kiertotalouden muutosvoimina.

Kiertotalouden materiaalit, tuotteet ja muut ratkaisut kilpailevat paikallisen markkinan lisäksi globaalissa markkinassa. Erityisesti sellaisenaan perinteistä korvaavat ratkaisut kohtaavat markkinoilla tiukkaa hinta- ja laatukilpailua. Globaalin markkinan muutokset heijastuvat suoraan myös paikalliseen liiketoimintaan. Kiertotalouden uusilla liiketoimintamalleilla on ratkaiseva merkitys lisäarvoa tuottavina tekijöinä, kun kiertotalouden uusia ratkaisuja viedään markkinaan.

Kiertotalouden liiketoiminnan kasvu on vahvasti sidoksissa resurssitehokkuuteen, hiilineutraalisuuteen ja tuotteiden elinkaaren pidentämiseen, mutta myös alustatalouden ja digitaalisuuden mahdollistamaan jakamistalouteen, palvelullistamiseen ja demateriaalisaatioon. Kansainvälisen kaupan suhdannevaihtelut ja protektionistisen kauppapolitiikka voivat hankaloittaa kansainvälistä kiertotalouden toimintaa ja kehitystä. Pitkällä aikavälillä kiertotaloustoimintojen uudenlainen lokalisatio voi kuitenkin olla kysyntää lisäävä ja liiketoimintaa edistävä mahdollisuus myös suomalaisille kiertotaloustoimijoille.

Arvonluonnin uudet tavat ja muuttuvat kulutustottumukset

Talouskasvun irtikykentä luonnonvarojen kestävästä käytöstä edellyttää uusien arvonmuodostus- ja liiketoimintamallien kehittämistä. Esimerkiksi tuote palveluna (as-a-service) -ratkaisut, joissa omistamisen sijaan ostaja saa tarvitsemansa tuotteet käyttöönsä palveluna, lisääntyvät. Tulevaisuudessa saatamme nähdä

velvoitteita hyödyntää kierrätettyjä osia ja valmistusaineita uusissa tuotteissa. Jakamistalouden arkipäiväistyessä resurssitehokkuus lisääntyy hyödykkeiden yhteiskäytön myötä ja nousee tavanomaiseksi toiminnaksi resurssitehokkaiden tuotannon ja valmistuksen ja toimitusketjujen rinnalle. Yrityksen liiketoimintaan tämä vaikuttaa siten, että taloudellisten voittojen saavuttaminen voi tulevaisuudessa edellyttää pidempää aikajännettä (Government of Netherlands, 2016). Samalla kun kuluttajat käyttävät enemmän palveluita tavarainhankintojen sijaan myös korjaamisen ja uudelleenikäytön kulttuuri vahvistuu. Kestävämpään kulutuskulttuuriin siirtymistä voidaan tukea politiikkatoimien avulla esimerkiksi pidentämällä valmistajan vastuuaikaa tuotteen kestävyysosalta (Federal Ministry for the Environment, Nature Conservation, Building and Nuclear Safety (BMUB, Germany), 2016).

Ympäristön tila

Kiertotalousajattelun taustalla on vakava huoli ilmastonmuutoksesta ja sen ympäristövaikutuksista. Hallitustenvälisen ilmastonmuutospaneelin (IPCC) tuoreet raportit ilmaston lämpenemisestä (IPCC, 2018) ja sen vaikutuksista maankäyttöön ja alkutuotantoon (IPCC, 2019) on nostettu kaikkien tietoisuuteen. Raporttien viestit vaikuttavat myös EU:n ilmastopoliittisiin toimiin. Euroopan komission strateginen pitkän aikajänteen tavoite tehdä Euroopasta hiilineutraali (kasvihuonekaasupäästöt ja hiilinielut kompensoivat toisensa) vuoteen 2050 mennessä on linjassa Pariisin ilmastopöytäkirjan (2015) 2 asteen ja IPCC:n 1.5 asteen tavoitteen kanssa. Suomi on tässä suhteessa ottanut ainoana Euroopan maana selvästi kunnianhimoisemman linjan. Hiilineutraalisuustavoitteemme on asetettu vuoteen 2035, johon mennessä Suomen hiilidioksidipäästöt eivät enää ylitä sitä määrää, jota lähinnä metsät sitovat. Tämän kehityksen toteuttamisen keskiöön on valittu rakentaminen, kestävä ruokajärjestelmä ja ravinteiden kierto, maatalous, tekstiilikierrätys sekä hiilensidonta- ja varastointiratkaisut (Valtioneuvosto, 2019).

Ilmaston lämpenemisen rajoittaminen 2 asteeseen edellyttää tuntuvia muutoksia runsaasti kasvihuonekaasuja tuottavilla, energiantensiivisillä aloilla kuten sähkön ja lämmön tuotanto, liikenne sekä teräs- ja sementtiteollisuus. IPCC:n ilmastoraportin esittämä tavoite lämpenemisen rajoittamiseksi 1.5 asteeseen edellyttää lisäpanostusta. Hiilen varastoiminen maaperään ja metsiin tulee nostamaan merkitystään ilmastopolitiikassa, minkä seurauksena tulevien 20 vuoden aikana on odotettavissa muutoksia maankäytössä eri sektoreilla, mukaan lukien maa- ja metsätalous sekä kaupunkisuunnittelu. Lämpenevä ilmasto ja huoli luonnon monimuotoisuuden

säilymisestä tulevat vaikuttamaan seuraavien kahden vuosikymmenen aikana metsä- ja maatalouden toimintaympäristöön ja siihen, missä määrin ja millä tavoin uusitutumatonta luonnonvaroja voidaan korvata uusiutuvilla. Ympäristövastuullisuuden merkitys kilpailutekijänä kasvaa ilmastonmuutoksen, lajien monimuotoisuuden vähentymisen ja ympäristön pilaantumisen seurauksena (Euroopan komissio, 2018b; Euroopan ympäristövirasto, 2018).

Energian ja sen hintakehityksen vaikutus kiertotalouden kasvumahdollisuuksiin

Kiertotalouden kasvumahdollisuudet ovat suoraan kytköksissä energian hintakehitykseen sekä eri energiantuotantomuotoihin ja niiden suhteellisiin hintoihin. Kiertotalousratkaisuiden toimivuutta ja kestävyyttä tulee tarkastella suhteessa energian käyttöön. Tuotteiden ja materiaalien kierrättäminen ja uudelleenkäyttö sekä arvonnäppäminen ja nostaminen kierroissa vaativat energiaa. Energian säästö ja energian tuotannon ja käytön tehostaminen ovat keskeinen osa kiertotaloutta. Arvioiden mukaan kiertotaloustoiminnan kasvu tulee ensi vaiheessa lisäämään energiankulutusta, vaikka se pitkällä aikavälillä vähentääkin sitä. Tämä johtuu pitkälti siitä, että tällä hetkellä kierrätettäviä tuotteita ja niihin käytettyjä materiaaleja ei ole suunniteltu kierrätettäväksi. Ekologisen suunnittelun työsuunnitelmassa (Euroopan parlamentti ja neuvosto, 2009; Euroopan komissio, 2016a ja 2019a) säädetään valmiiden tuotteiden energiatehokkuutta. Se ei toistaiseksi ota kantaa siihen, miten tuotteet ja materiaalit tulisi suunnitella, jotta ennen kaikkea uudelleen käyttö mutta myös kierrättäminen olisi resurssitehokasta, ei ainoastaan energiatehokasta.

Politiikkatoimien ohjaava rooli kiertotaloudessa

Globaalin talouskasvun myötä hyödykkeiden kysyntä on kaksinkertaistunut ja niihin käytettyjen materiaalien määrä kolminkertaistunut viimeisen 50 vuoden aikana. Globaalin materiaaliarpeen on arvioitu edelleen kaksinkertaistuvan nykyisestä vuoteen 2060 mennessä (Valtioneuvosto, 2019).

Nykyiset kiertotalouden edistämisen politiikkatoimet kattavat säädös- ja taloudellista ohjausta, velvoitteita, julkista kulutusta ohjaavia sekä ns. pehmeitä ohjauksinstrumentteja. Suomalaisten toimijoiden näkökulmasta Euroopan Komission kiertotalouspaketti, Suomen kiertotaloustiekartta ja pääministeri Rinteen hallitusohjelman (Valtioneuvosto, 2019) kiertotaloustoimenpiteet antavat politiikkatoimille

raamit (taulukko 1). Esimerkkeinä poliittisen ohjauksen eteenpäin vievästä suoraviivaisista vaikutuksesta ovat kiertotaloutta suoraan edistävät julkiset hankinnat, joita on tehty mm. Britanniassa (London Waste and Recycling Board, 2017), tai kiertotaloutta tukevat hankintakriteerit (Circular Flanders, 2019), joita on laadittu Belgiassa. Suomen hallitusohjelman yhtenä tavoitteena on kehittää hankintalakia ympäristövaikutusten näkökulmasta. Myös vapaaehtoiset green deal-sopimukset valtion tai muun julkisen sektorin ja elinkeinoelämän välillä ovat suoraviivainen tapa etsiä ja löytää yhteistyöllä ratkaisuja kiertotalouden vauhdittamiseksi. Alankomaat on Euroopan edelläkävijä kiertotalouden green deal-sopimisessa. Tähän mennessä vapaaehtoisia sopimuksia on Suomessa tehty mm. ympäristöministeriön ja Kaupan Liiton välille, liikenne- ja viestintä ministeriön, ympäristöministeriön ja autoalan välille. Työ- ja elinkeinoministeriö, ympäristöministeriö ja maa- ja metsätalousministeriö ovat yhdessä elintarviketeollisuuden, kaupan ja pakkausalan järjestöjen kanssa solmineet materiaalitehokkuuden sitoumuksen vuosille 2019-2021. Suomessa solmituista kiertotalouden tai kestävä kehityksen green dealeja on kymmenkunta, Alankomaissa niitä on pari sataa (Government of the Netherlands, Green deal, 2019).

Taulukko 1. Suomen kiertotalouden strateginen ja toiminnallinen kehys.

Kansainvälinen		Eurooppalainen	Kansallinen
YK:n kestävä kehityksen tavoitteet	Pariisin ilmastopöytäkirja ja IPCC:n 1.5 asteen tavoite	EU:n kiertotalouspaketti ja toimintasuunnitelma (Euroopan komissio, 2015; 2019b)	Suomen kiertotalouden tiekartta 2016-2025 (Sitra, 2016) Rinteen hallitusohjelman hiilineutraali kiertotalous (Valtioneuvosto, 2019)
		EU:n biotalousstrategia (Euroopan komissio, 2018c)	Suomen biotalousstrategia (Työ- ja elinkeinoministeriö, 2014)
		EU:n muovistrategia (Euroopan komissio, 2018d)	Muovitiekartta (Ympäristöministeriö, 2018c)
		Clean Energy to All Europeans –paketti (Euroopan komissio, 2016b)	Kansallinen energia- ja ilmastostrategia vuoteen 2030 (Työ- ja elinkeinoministeriö, 2017)

Politiikkatoimet ohjauskeinoina käytännön näkökulmasta

Politiikkatoimien vaikutuksia kiertotalouden liiketoimintaan selvitettiin toimialajärjestöissä, julkishallinnossa ja yrityksissä tehtyjen haastattelujen avulla. Vaikka olemassa olevien politiikkatoimien nähdään pääosin vaikuttavan myönteisesti

kiertotalouden muutosprosessiin ja olevan kiertotalouden tavoitteita edistäviä, koetaan niiden aiheuttavan myös haasteita ja esteitä toiminnalle. Monet haasteiksi koetutuista asioista liittyvät lainsäädännön ja sääntelyn monimutkaisuuteen ja siilomaisuuteen sekä negaatio-lähtöisyyteen. Esimerkkinä voidaan mainita resurssitehokkuuden parantaminen, jota ohjaavat ja säätelevät useat päällekkäiset ja osin ristiriitaiset lait ja direktiivit (REACH-, jäte-, kemikaali-, elintarvike-, ekosunnittelu ja RoHS lainsäädäntö). Esimerkiksi RoHS-direktiivi (Vaaralliset aineet sähkö- ja elektroniikkalaitteissa) ja REACH-asetus (asetus kemikaalirekisteröinnistä, lupamenettelyistä sekä rajoituksista) määrittävät aineiden käyttöä tuotteissa. Säädökset ovat toisistaan kaltaiset, mutta niiden soveltamisala ja tavoitteet eroavat toisistaan. REACH ulottuu tuotteiden valmistukseen EU:ssa ja RoHS rajoittaa aineiden pitoisuuksia lopputuotteessa. REACH:n ja RoHS:n erona on myös tuotteiden sisältämien aineiden sallitut pitoisuudet esimerkiksi sähkölaitteissa käytettävän kadmiumin pitoisuus. Myös jäte-tuote-rajapinnan määrittely, jätteeksi luokittelu ja jätetatuksen muuttaminen luovat haasteita liiketoiminnalle ja hidastavat kierrätysmateriaalien ja tuotteiden pääsyä markkinoille.

Sääntelyn tulkintaan ja ymmärtämiseen sekä luvittavan ja valvovan viranomaisen yhteistyöhön liittyy myös haasteita, jotka vaikeuttavat ja hidastavat kiertotalouden liiketoiminnan. Kiertotalouteen perustuva kasvun ja liiketoiminnan kehittymisen kannalta on oleellista, että nykyisiä luvitus- ja valvontaprosesseja yhdenmukaistetaan ja nopeutetaan, viranomaisten välistä yhteistyötä lisätään sekä sääntelyä kevennetään niiltä osin kuin se on mahdollista. Myös vapaaehtoisten sitoumusten käyttöönottoa tulisi vauhdittaa kiertotalouden tuotteiden ja palveluiden markkinoiden muodostumisen tukemiseksi.

Loppuvuodesta 2017 julkistettu MMM:n, TEM:n, YM:n ja Sitran yhteinen Kiertotalouden kansallinen toimenpideohjelma (Ympäristöministeriö, 2017) käynnisti toimia uudistumiseen kannustavan toimintaympäristön luomiseksi. Tavoitteena on synnyttää kansainvälisesti kilpailukykyisiä kiertotalouden ratkaisuja, luoda merkittävää arvonlisää tuotteisiin, synnyttää tuhansia uusia kiertotalouden työpaikkoja sekä vauhdittaa Rinteen hallituksen poikkihallinnollinen kiertotalouden edistämishjelma tavoitteineen ja hiilineutraalin kiertotalouden toimenpiteineen (Valtioneuvosto, 2019) jatkaa edellisen hallituksen alkuun panemaa uudistuksiin kannustavaa linjaa.

Viimeaikaiset kiertotalouden edistämisen politiikkatoimet kohdentuvat normieli säädösohjaukseen, taloudellisiin ohjauskeinoihin, julkiseen kulutukseen,

tiedolliseen ohjaukseen, vapaaehtoiisiin keinoihin ja maankäytön ohjaukseen. Kiertotalouden nykyisiä ja potentiaalisia politiikkatoimia on selvitetty kattavasti viime vuosina (Seppälä ym., 2016, Tikkanen ym., 2018, Simons ym., 2018) eikä näiden selvitysten analyysihin mennä tässä raportissa. Voimme kuitenkin todeta, että politiikkatoimien vaikuttavuuden seuraaminen on edelleen haastavaa sopivien mittarien puuttuessa (Luoma ym., 2015). Taulukkoon 2 on koottu kiertotalouteen vaikuttavia tuoreimpia, valmisteilla olevia ja ehdotettuja politiikkatoimia.

Taulukko 2. Kiertotalouden politiikkatoimia (Seppälä ym., 2016, Tikkanen ym., 2018)

Instrumenttityyppi		Viimeaikaiset ja valmisteilla olevat	Ehdotetut
Taloudelliset instrumentit	Verot ja maksut	Jätevero, kunnalliset jätemaksut	Neitseellisten raaka-aineiden verotus, luonnonvaraverotus, kuten fossiilisten raaka-aineiden verotus kemian- ja muoviteollisuudessa, maa-ainesvero, vesienkäytön verot, mineraalilannoitteiden fosforin ja nitraatin verot, kaivostoiminnan verot
		Energia- ja hiilidioksidiverotus, päästökauppa Liikenteen verotuksen uudistus	Ekologinen verouudistus eli verotuksen painopisteen siirtäminen työnverotuksesta luonnonvarojen käytön ja ympäristön kuormittamisen verotukseen
			Fossiilisten polttoaineiden voimakkaampi energiaverotus
			Voimakkaampi hiilidioksidivero
			Jätteenpolttovero
			Ravinneverot ja -päästökauppa
		Pakkausvero, laki eräiden juomapakkausten valmisteverosta (1037/2004). Panttijärjestelmään kuulumisen vapaaehtoinen tapa saada juomapakkausten valmisteverotusta koskeva verottomuusetu.	Pakkausveron laajentaminen ja määräytyminen pakkauksissa käytetyn materiaalin laskennallisen ympäristöhaitallisuuden mukaan
		Käyttövoimaverot (biokaasuautoilla alhaisempi kuin dieselautoilla)	Tuote- ja haittaverot sekä -maksut (esim. kertakäyttötuotteille, tuotteiden sisältämille vaarallisille aineille)
			Arvonlisäverohelpotukset (esim. korjaus- ja kunnostuspalvelut)
			Pay as you throw-maksut eli jättemäärän mukaan määräytyvät maksut
			Uusiomateriaalien alhaisempi verotus

Instrumenttityyppi		Viimeaikaiset ja valmisteilla olevat	Ehdotetut
Taloudelliset instrumentit	Tuet ja lainat	TKI rahoitus: BF Bio and circular Finland, Kasvumoottorirahoitus, Suomen Akatemia STN rahoitus, YM Ravinteiden kierrätyksen ohjelma, VNK Kokeilun paikka, Kiertotalouskokeiluhaku, EU Horizon2020, EIT ja EAKR rahoitus	Hankerahoitus kiertotalouden TKI-toimintaan ja kaupallistamiseen, silta- ja riskirahoituksen vahvistaminen, hankerahoitus pilotteihin ja kokeiluihin, jotka edistävät esim. siirtymistä tuotteista palveluihin perustuviin konsepteihin
		Ekosysteemirahoitus, esim. BF Bionets (Pakkauslaakso, Telaketju) ja Akkuekosysteemi, Sitra synteettinen biologia, metsäekosysteemi-palvelut, korkean lisäarvon puutuotteet, veden kiertotalous, alueellinen liikkuminen ja uudet korkean lisäarvon tuotteet pellostä	Kiertotalouteen kohdistuvan tutkimus- ja kehitystoiminnan vero- ja innovaatiotuet sekä valtion takaukset, kiertotalouden ekosysteemien tukeminen ja rahoitus
		Investointituet: TEM myöntää vuosina 2018-2019 vuosittaista 2 milj. €:n verran kiertotalouden investointi- ja kehittämisavustuksia. MMM myöntää biokaasun tuotantoon liittyen maatalan rakennusinvestointien tukea	Biokaasulaitosten investointituen määrittelyssä otetaan huomioon energiantuotannon lisäksi myös ravinteiden kierrätys
		Uusiutuvilla energialähteillä tuotetun sähkön tuotantotuet koskien tuuli-, biokaasu-, metsähake-, ja puupolttoainevoimaloita (syöttötariffi)	Kotitalousvähenhnyksen veroedun laajentaminen esim. vaatteiden, huonekalujen, polkupyörien, kodinkoneiden korjaukseen ja korjausten suunnitteluun sekä lisäksi tavaroiden vuokrauksen, vaihtamisen ja lainaamisen edistämiseksi
		Energiatuet: ilmasto- ja ympäristömyönteiset investointi- ja selvityshankkeet, jotka edistävät uusiutuvan energian tuotantoa tai käyttöä, energiansäästöä tai energiantuotannon tai käytön tehostamista tai vähentävät energian tuotannon tai käytön ympäristöhaittoja	Haitallisten yritystukien pienentäminen esim. energiaveronpalautusten lopettaminen/pienentäminen Hiilidioksidin talteenoton tukimaksu

Instrumenttityyppi		Viimeaikaiset ja valmisteilla olevat	Ehdotetut
Sääntely	Direktiivit	Jätedirektiivi (Euroopan parlamentti ja neuvosto, 2008), ja sen päivitys, joka tulee voimaan 2025	
		Ekosuunnitteludirektiivi (Euroopan komissio, 2019) päivitys ja laajentaminen on valmisteilla	
		Direktiivi kulutustavaroiden kauppaa ja niihin liittyviä takuita koskevista tietyistä seikoista (Euroopan parlamentti ja neuvosto, 1999)	
		EU Lannoitedirektiivi (76/116/EEC) ja -asetus ja niiden päivitys	Ehdotettu huomioimaan orgaanista ja uusioraaka-aineista tuotetut lannoitteet
	Kansalliset lait	Jätelaki (646/2011)	
		Kunnalliset jätehuoltomääräykset	
		Ympäristönsuojelulaki (527/2014), ympäristöluvat	
		Orgaanisen jätteen kaatopaikkakielto	
		Ekosuunnittelulaki ja -asetus	
		Biopolttoaineiden jakeluvelvoitelaki	
		Laki uusiutuvilla energialähteillä tuotetun sähkön tuotantotuesta (1396/2010)	
		Hankintalaki ja Innovaatiokumppanuusmenetelmä	
	Asetukset	EU Ecolabel (Regulaatio 1980/2000)	Kevennetyn sääntelyn kokeilut (alueet)
		Jätteen luokittelun päättymisen (EoW) koskee nykyisellään vain rauta-, teräs-, alumiini-, ja kuparirohua ja lasimurskaa	Jätteen luokittelun uudistaminen
		Valtioneuvoston asetus eräiden jätteiden hyödyntämisestä maarakentamisessa (ns. MARA-asetus, VNA 843/2017)	
		Rakentamisessa ja muussa vastaavassa toiminnassa syntyvän maa-ainejätteen hyödyntämistä koskevan valtioneuvoston asetuksen (ns. MASA-asetus) on tarkoitus tulla voimaan vuoden 2019 puolivälissä	

Instrumenttityyppi		Viimeaikaiset ja valmisteilla olevat	Ehdotetut
Velvoitteet	Tuottajavastuu-järjestelmät	Jätedirektiivi velvoittaa tuottaja-vastuun järjestämisen (pakkaukset, SER, paperi, renkaat, autot, akut ja paristot)	Tuottajavastuun laajentaminen, mm. muoveihin ja tekstiileihin
	Markkinapaikan hyödyntäminen jätteiden ja sivuvirtojen hyödyntämisessä	Markkinapaikan hyödyntäminen jätteiden ja sivuvirtojen hyödyntämisessä; jätteen haltijan tulee jatkoa etsiä jätteiden ja sivuvirtojen tietöalustan avulla onko markkina-ehtoista palvelua saatavana, ennen kuin se voi hyödyntää kunnan toissijaisen vastuun palvelua	
	Kestävät hankinnat	Valtioneuvoston periaatepäätös kestävästä eli Cleantech-hankinnoista	
	Jätehuolto- ja siivousvelvoite		Jätehuolto- ja siivousvelvoitteita, mikäli esim. muovimateriaaleja ei voi korvata
	Sekoitevelvoite		Uusiomateriaalien sekoitevelvoite
Julkinen kulutus	Periaatepäätökset	Valtioneuvoston periaatepäätös kestävästä eli Cleantech-hankinnoista	Innovatiiviset kiertotalouteen kohdistuvat julkiset hankinnat
		Kestävien ja innovatiivisten julkisten hankintojen verkostomainen osaamiskeskus (KEINO)	
		Markkinavuoropuhelumalli	

Instrumenttityyppi		Viimeaikaiset ja valmisteilla olevat	Ehdotetut
Pehmeät instrumentit	Koordinointi	Helsingin massakoordinaattori	Temaattiset strategiset tiekartat, niiden implementointi ja etenemisen mittaaminen (esim. tekstiili-kierrätys)
		Suomen uusioraaka-ainepörssi, Jätteiden ja sivuvirtojen koordinoitialusta on valmisteilla	
	Materiaalitehokkuusohjelma	Materiaalitehokkuuskatselmoinnit ja -sopimukset	
	Energiatehokkuusohjelma	Energiatehokkuusohjelma	
	Verkostojen ja ekosysteemien tuki	Kohti hiilineutraalia kuntaa (HINKU) verkosto, FISS teolliset symbioosit, FISU (Finnish Sustainable Communities)-verkosto, Akkuekosysteemi, Pakkauslaakso, CIRCWASTE-hankkeen kiertotalouden edelläkävijäkaupunkien verkosto	
	Materiaalipörssit	Biomassa-atlas, lisäksi valmisteilla useita muita, kuten Massa-info, Markkinapaikka, Suomen uusioraaka-ainepörssi	Kiertotaloussertifikaatti
	Ympäristömerkit	EcoLabel, Joutsenmerkki	
	Tiedotuskampanjat	esim. YLE I love Muovi keväällä 2019	
	Vapaaehtoiset sopimukset	Muovikassisopimus, pullojen panttijärjestelmä, materiaalitehokkuus-sitoumukset	Panttijärjestelmien laajentaminen esimerkiksi muovipakkauksiin tai elektroniikkaan
	Vaikuttavuusinvestoinnit		Vaikuttavuusinvestoinnit

Katsaus kiertotalouden mahdollisiin taloudellisiin ohjauskeinoin-raportissa (Tikkanen, ym., 2018) todetaan, että kokonaisvaltaisena kiertotalouteen siirtymisen ajurina voisi toimia verotuksen painopisteen siirto työn verotuksesta luonnonvarojen käytön ja ympäristökuormituksen verotukseen. Esimerkkinä veroratkaisujen haastavuudesta mainittakoon VM:n vuoden 2012 selvitykset maa-ainesveron käyttöönoton tarkoituksenmukaisuudesta. Selvityksen eräänä johtopäätöksenä oli, että maa-ainesveron ongelmaksi muodostuu valtion ja kuntien merkittävä rooli maa-ainesten käyttäjinä. Maa-ainesvero siirtyy lopputuotteiden hintoihin, jolloin julkinen sektori maa-aineksen pääkäyttäjänä olisi myös veron suurin maksaja. Toisaalta sääntelypuolella Valtioneuvoston MARA-asetus helpottaa jätteiden käyttöä kohteissa,

joissa jäte voi korvata luonnon kivi- ja maa-ainesta. Asetus lisää julkisen sektorin hankkijoiden painetta hyödyntää MARA-materiaaleja. Ympäristökuormituksen osalta sen sijaan hiilidioksidivero nähdään tehokkaana tapana vähentää kasvihuonekaasupäästöjä (OECD, 2019). Meillä onkin ehdotettu kovennettuja veroja, mm. korkeampaa fossiilisten polttoaineiden energiaveroa ja siihen liittyvää hiilidioksidiveroa sekä toisaalta rahallista tukea hiilidioksidin talteenoton edistämiseen tähtääviin toimiin. Myös fossiilisten polttoaineiden epäsuorista verotuista luopumista on ehdotettu.

Kiertotalouden kannalta keskeinen tuotepoliittinen ohjauselementti on EU:n ekosuunnitteludirektiivi (Euroopan parlamentti ja neuvosto, 2009). Sen suunniteltu laajentaminen tulisi koskemaan systemaattisemmin tuotteiden resurssitehokkuutta (pitkäikäisyys, korjattavuus, uudistettavuus, uudelleen käyttö, kierrätettävyys) pelkän energiatehokkuuden sijaan. Tarpeen vaatiessa direktiiviin lisätään velvoite käyttää bio- tai kierrätysmateriaalia korvaamaan fossiilisia ja uusiutumattomia materiaaleja. Ekosuunnitteludirektiivin soveltaminen kiertotalouden toimintaympäristöön ei ole suoraviivaista. Direktiivin oikeudellisia, metodologisia ja kaupallisiin hyötyihin liittyviä haasteita pohditaan VNK:n raportissa Kiertotalous Suomessa - toimintaympäristö, ohjauskeinot ja mallinnetut vaikutukset vuoteen 2030 (Seppälä, ym., 2016). Toiseksi keskeiseksi sääntelyelementiksi voidaan nostaa EU:n lannoitedirektiivin työn alla oleva uudistus sekä kansallisen lannoiteasetuksen päivittäminen, jotka molemmat tulevat tukemaan jäte- ja jätevesipohjaisten kierrätyslannoitemarkkinoiden syntymistä, lannoiteteollisuuden kilpailukykyä, luomaan uusia kaupallistamismalleja ja synnyttämään kiertotalouden työpaikkoja.

Valtion ja kuntien ostovoiman suuntaaminen kiertotalousratkaisuiden markkinoille lisäisi merkittävästi kiertotaloustuotteiden ja niihin liitettävien palveluiden kysyntää ja sitä kautta kotimaisen kiertotalouden liiketoimintaa. TEM ja YM perustivat keväällä 2018 verkostomaisen KEINO-osaamiskeskuksen parantamaan hankintojen vaikuttavuutta mm. pilotoimalla vapaaehtoista green deal-mallia (Työ- ja elinkeinoministeriö, 2018b). KEINO auttaa kehittämään hankintaosaamista kestävyiden ja innovatiivisuuden teemoissa sekä tuo hankintayksiköille kansainvälisten hankintakokemusten esimerkkejä. Eräs kiinnostava esimerkki on Alankomaat, jossa nimenomaan green deal-sopimukset nähdään innovoinnin edistäjänä. Alankomaat on lisännyt talouskasvuun lähes 10 vuoden ajan kannustamalla kestäviin innovaatioihin ja toimintaan green deal-sopimusten avulla. Alankomaat tukee yrityksiä ja yhteisöjä kuten kuntia ylittämään kiertotaloutta ja vihreää kasvua hidastavia esteitä

sopimalla niiden kanssa green dealejä. Niiden avulla on saatu käynnistettyä mm. kaupallisesti kannattava fosfaatin kierrätystoiminta. Vuoden 2019 hallitusohjelma velvoittaa julkisen hankintaosaamisen parantamista ja hankintalain velvoittavuuden painopisteen siirtämistä kestäviin hankintoihin. Innovatiivisiin hankintoihin liittyvien riskien hallinta on noussut keskusteluun Suomessa ja muualla. Hallitusohjelmaan on kirjattu käyttöön otettavaksi työkalu hankintoihin liittyvien riskien jakamiseksi.

4.2 Koulutus ja tutkimus kiertotalouden edistämisen keinoina

Kiertotalouden koulutustarjonta

Kiertotalouden vaatima systeeminen muutos vaatii uudenlaista osaamista ja koulutustarjontaa. Tällä hetkellä kiertotalouden koulutusta tarjoavat monet ammattikoulut, ammattikorkeakoulut ja yliopistot, sekä muut koulutusorganisaatiot kuten aikuis- ja muutokoulutuksia tarjoavat toimijat. Kiertotalouden koulutusohjelmat ovat yleistymässä, mutta koulutusohjelmat ja kurssit ovat vielä melko hajanaisia ja tiettyihin toimialoihin keskittyneitä (esimerkiksi ruokajärjestelmät, materiaalit ja prosessointi, vesihuolto ja jätteenkäsittely sekä suunnittelu- ja muotoilualat, liite 1). Oppilaitosten, yliopistojen ja yritysten välistä yhteistyötä ja suunnitelmallista kiertotalouden opetusohjelmien kehittämistä tulisi merkittävästi viedä eteenpäin tarvittavan osaamisen sekä riittävän osaamistason ja osaajajoukon varmistamiseksi.

Kiertotalous vaatii usein monitahoista osaamista luonnontieteissä, teknisissä tieteissä, taloustieteissä, oikeustieteessä ja sosiaalitieteissä sekä liiketoiminnassa. Tulevaisuuden kiertotalousosaajat ovat moniosaavia asioiden yhdistäjiä. Tämä haastaa oppilaitokset ja yliopistot entisestään tasokkaiden ja riittävän osaamistason antavien opetusohjelmien suunnittelussa. Kiertotalousajattelu tulisi tuoda kiinteäksi osaksi perusopetusta.

Tutkimus-, kehitys- ja innovaatiotoiminta

Tutkimuksella, teknologiakehityksellä ja innovaatiotoiminnalla on keskeinen merkitys kiertotalouden ratkaisujen kehittämisessä ja uudenaikaisessa arvonluonnissa. Teknologia antaa mahdollisuudet ratkaista luonnonvarojen ja ruoan riittävyyteen,

ilmastonmuutoksen hillintään, kasvavaan energiatarpeeseen ja puhtaaseen veden liittyviä haasteita. Digitaalisuuden, tekoälyn, esineiden ja asioiden internetin ja lohkoketjuteknologioiden yhdistäminen materiaalikiertojen hallintaan tuo mahdollisuuksia soveltaa kiertotalouden kehittyviä uusia liiketoimintamalleja ja luoda uudella tavalla asiakasarvoa materiaaliratkaisuille. Kiertotalous vaatii myös uusia ja tehokkaita talteenotto-, erotus- ja kierrätysprosesseja sekä korvaavia materiaaliratkaisuja kriittisille alkuaineille ja fossiilisille materiaaleille. Teknologiakehitystä tarvitaan hiilidioksidin, metaanin ja muiden C1-yhdisteiden talteenottoon ja hyödyntämiseen energian, materiaalien ja ruoan raaka-aineiksi. Erilaisten jäte- ja sivuvirtojen jalostaminen tuotteiksi, joissa arvo säilyy ja lisääntyy, vaatii samoin innovaatioita, teknologiakehitystä ja käytännön koetoimintaa. Koska kiertotalous kehittyy käsi kädessä puhtaiden energiaratkaisuiden kanssa, tulee TKI-toimintaa suunnata päästö- tömiin ja hajautettuihin energiaratkaisuihin sekä energian varastointiteknologioihin. Kiertotalous alkuvaiheessaan voi lisätä energiankulutusta, mikä johtuu pitkälti siitä, ettei tuotteita ja materiaaleja ole suunniteltu uudelleenkäyttöön ja kierrätykseen. Materiaalikiertojen resurssitehokkuuden lisääminen edellyttää TKI-panostusta materiaalien ekosuunnitteluun muun tuotesuunnittelun rinnalla.

Korkeatasoisilla tutkimus- ja pilotointiympäristöillä on keskeinen merkitys kiertotalouden teknologioiden kehityksessä ja innovaatioiden nopeutetussa siirtämisessä yritysten käyttöön ja liiketoimintaan. Kiertotalouden radikaalien innovaatioiden kehittäminen vaatii ympäristöjä, jotka mahdollistavat ketterät kokeilut ja pilotoinnin aina esiteolliseen vaiheeseen saakka. Yksi merkittävimpiä tutkimus- ja kehittämis-ympäristöjä Suomessa on VTT:n yhteydessä toimiva Bioruukki, joka tarjoaa kansainvälisen tason kierto- ja biotalouden pilotti- ja kokeiluympäristön VTT:n yhteistyökumppaneille ja yrityksille.

Suomessa on vahvoja materiaalikiertotalouden TKI-toimijoita, kuten Teknologian tutkimuskeskus VTT Oy (VTT), Geologian tutkimuskeskus (GTK), Luonnonvarakeskus (Luke) ja Suomen ympäristökeskus (SYKE), jotka yhteistyössä yliopistojen, esimerkiksi Aalto yliopiston, Oulun yliopiston, Helsingin yliopiston ja Lappeenrannan teknillisen yliopiston, sekä ammattikorkeakoulujen ja yritysten kanssa kehittävät tieteellistä ymmärrystä ja uusia teknologioita kiertotalouden radikaalien innovaatioiden pohjaksi. Suomen vahvaa osaamispääomaa biopohjaisista materiaaleista hyödynnetään esimerkiksi VTT:n ja Aalto yliopiston tutkimuksissa, joissa metsäpohjaisesta selluloosasta jalostetaan tekstiilikuituja fossiilista muovia korvaaviin ratkaisuihin, sekä materiaaleja elektroniikkaan ja ajoneuvoihin, rakentamiseen ja muihin

sovelluksiin tarkoitettuihin komposiitteihin. VTT:n, GTK:n ja Aalto yliopiston yhteinen raaka-ainekeskus (Raw Materials Hub) tarjoaa kehitysalustan mineraaliarvoketjun sivuvirtojen hyödyntämisteknologioiden kehittämiseen. TKI-toimijoiden kiertotalouden tutkimus on viime vuosina poikunut myös spinoff-yrityksiä, jotka edistävät kiertotalouden liiketoimintaa mm. valmistamalla puuselluloosapohjaista lankaa (Spinnova Oy), tuottamalla ilmakehän raaka-aineista elintarvikekelpoista mikrobimassaa (Solar Foods Oy), muovia korvaavia puuperäisiä materiaaleja (Paptic Oy) ja puuvillaa korvaavia puuperäisiä tekstiilikuituja (Infinited Fiber Company Oy).

Suomen TKI-panostukset suhteessa BKT:n ovat edelleen eurooppalaisen keskitason yläpuolella huolimatta viime vuosien laskevasta trendistä. Kiertotalouteen liittyvä julkinen TKI-rahoitus on viime vuosina kohdentunut pääsääntöisesti kansallisiin strategisiin kärkihankkeisiin ja painopistealueisiin, biotalouteen ja puhtaisiin teknologioihin (cleantech). Business Finlandin panostukset kiertotalouden hankekonaisuuksiin ovat olleet merkittäviä ja viimeisimpänä esimerkkinä voidaan mainita vuonna 2018 alkanut Bio and Circular Finland-ohjelma, joka tavoittelee vahvaa bio- ja kiertotalouden sekä digitaalisuuden osaamista ja kannustaa hyödyntämään datan ja tekoälyn tarjoamia mahdollisuuksia tuotteiden ja materiaalien kiertotalousratkaisuissa. Ohjelma edistää digitaalisten liiketoiminta-alustojen ja ekosysteempipalveluiden syntymistä, mikä mahdollistaa yritysten uudenlaista yhteistyötä, verkostoja ja synergiaa.¹

Suomalaisen kiertotalouden liiketoiminnan kehittymisen kannalta on ensiarvoisen tärkeää, että sekä julkiset toimijat että yksityinen sektori investoivat TKI-toimintaan. Tilastokeskuksen yritys- ja TKI-aineistoihin sekä Orbis-yritystietokantaan perustuvat laskelmat osoittavat, että TKI-panostuksilla on selkeä positiivinen suhde kiertotalousyritysten liikevaihdon kehittymiseen (Tilastokeskus, Orbis-tietokanta, 2019). Tar kasteltaessa TKI-rahoituksen vaikuttavuutta kiertotalouden uusien innovaatioiden syntymiseen ja liiketoiminnan kehittymiseen toimialajärjestöjen, yritysten ja muiden TKI-toimijoiden näkökulmasta havaittiin, että nykyisiin TKI-rahoituskäytäntöihin

1 Nelivuotinen Bio and Circular Finland ohjelmakokonaisuus on laajuudeltaan 300 milj. €. Business Finlandin innovaatorahoituksen osuus on tästä 150 milj. Business Finland (Tekes) on viimeisen neljän vuoden aikana sijoittanut kiertotalouden TKI-toimintaan yli 200 milj. €:a (Nissinen, 2018). Muita merkittäviä kansallisia rahoittajatahoja ovat Suomen Akatemia (esim. Kestävän kasvun avaimet sekä 2019 käynnistytävä Innovative Materials and Services to Promote Resource Wisdom and Sustainable Development ohjelmat), CLIC innovation (ARVI-ohjelma), Sitra (Hiilineutraali kiertotalous-ohjelma) sekä Ympäristöministeriö (Ravinteen kierrätyksen ohjelma).

liittyy myös haasteita (toimiala- ja yrityshaastattelut 2018, liite 2). Erityisen haasteelliseksi koetaan julkisen tutkimusrahoituksen lyhytjänteisyys ja kiertotalouden innovaatioiden kaupallistamiseen tarvittavan riskirahoituksen riittämättömyys. Lisäksi suurivolyymisiin materiaalikiertoihin pohjautuvaan kiertotalouteen liittyvien innovaatioiden käyttöönotto vaatii yleensä mittavia prosessi- ja laite- investointeja, joita nykyiset investointitukikäytännöt eivät tue riittävästi² (toimiala- ja yrityshaastattelut, 2018).

TKI-panostusten pitkäjänteinen kohdentaminen vaikuttavuudeltaan merkittävimpiin kohteisiin on ensiarvoisen tärkeää kiertotalouden liiketoiminnan kehittymisen kannalta. Innovaatiot, jotka tähtäävät systeemiseen muutokseen vaativat pitkäjänteistä kehityspanostusta yhteistyössä arvoverkon toimijoiden kesken. Nykyiset yksitai kaksivuotiset julkisen tutkimuksen rahoitusmallit ovat riittämättömiä (yrityshaastattelut, 2018). Huomattavaa on, että radikaalit innovaatiot ja isojen investointien hankkeet vaativat myös yrityksiltä merkittävää riskinottoa ja rohkeutta katsoa pitkälle tulevaisuuteen. Yritysten yhteistyö TKI-toimijoiden kanssa synnyttää radikaaleja innovaatioita sekä edesauttaa niiden kaupallistumista. Kiertotalouden pitkäjänteisten panostuskohteiden lisäksi yritysten ketterien kokeiluiden ja pilotointien TKI-rahoitus olisi turvattava. Eri rahoittajatahojen ja rahoitusinstrumenttien välisen yhteistyön tiivistäminen sekä toiminnan koordinointi on välttämätöntä, jotta kiertotalouden innovaatiot saadaan vietyä kaupalliseen hyödyntämiseen asti ja kiertotaloudelle suunnatun rahoituksen vaikuttavuus on paras mahdollinen.

2 TEM myöntää vuosina 2018-2019 vuosittain 2 milj. €:n verran kiertotalouden investointi- ja kehittämisavustuksia (Työ- ja elinkeinoministeriö, 2018a).

5 Kiertotalouden liiketoiminta on alkuvaiheessa

Tässä luvussa kuvataan materiaalikiertoihin perustuvan yritystoiminnan nykytilaa, liiketoiminnan volyymiä ja käytössä olevia kiertotalouden liiketoiminnan malleja.

Materiaalien kiertotalousliiketoimintaa harjoittavien yritysten määrä Suomessa vuosina 2017–2018 oli n. 540, joista mikro- ja pienten yritysten osuus oli yli 70 %. Materiaalikiertojen ja niitä tukevan palveluliiketoiminnan vuotuinen liikevaihto oli 11,4 mrd. €, josta suuryritysten kiertotaloustoiminnan liikevaihdon osuus oli yli 80 %. Kiertotalouden liikevaihto syntyy pääosin vanhoilla teollisilla paikkakunnilla sekä pääkaupunkiseudulla. Pienten ja keskisuurten yritysten jätekiertoihin liittyvä liikevaihto syntyy pääosin paikallisesti koko maassa.

Materiaalikiertoihin perustuvaa liiketoimintaa on lähes kaikilla sektoreilla. Arviolta n. 70 % materiaalikiertojen ja -palveluiden liikevaihdesta syntyy teknisissä (metalli ja energia) ja metsäkierroissa. Jätetoimialan osuus liikevaihdesta on n. 13 % ja lähes puolet pienten ja keskisuurten yritysten kiertotalousliikevaihdesta syntyy tällä toimialalla. Kuluttajaliiketoiminnan ja ruokaketjun osuudet materiaalikiertotalouden kokonaisliikevaihdesta ovat n. 3 %.

Materiaalikierroissa liiketoiminta harjoittavien yritysten liiketoimintamallit voidaan luokitella kierrätykseen, resurssitehokkuuteen, jakamistalouteen, tuote palveluna -konsepteihin ja tuotteen elinkaaren pidentämiseen. Noin puolet kaikista tutkituista yrityksistä toimii ensisijaisesti kierrätysliiketoiminnassa, jonka osuus toiminnan koko liikevaihtovolyyymistä

on 65 %. Resurssitehokkuusyritysten osuus on n. 30 %. Jakamislustoihin keskittyneiden yritysten osuus on noin 10 % ja yritysten, joiden liiketoimintamallina on tuote palveluna tai tuotteen elinkaaren pidentäminen osuus on ainoastaan 3 % kiertotalouden kokonaisliikevaihdosta.

Helposti toteutettavissa olevat kiertotalouden materiaalikäyttöjen liiketoiminnat on suurin osin jo toteutettu. Seuraavat askeleet vaativat teknologiakehitystä, jalostusarvon nostamista ja tuotteistamista, investointeja, kokeiluja ja joustavaa sääntelyä sekä julkisen sektorin kiertotalouteen kannustavia toimenpiteitä. Optimistisen skenaarion mukaan kiertotalouden liikevaihto on kaksinkertaistettavissa n. 20 mrd. €:on vuoteen 2030 mennessä.

5.1 Materiaalikiertotalouden liiketoiminta ja yritysten kiertotalousliikevaihto

Yrityksillä ja niiden asiakkaila on päärooli kiertotalouden käytännön toteuttajina eri toimialoilla. Koska materiaalikiertoihin kiinnittynyt yritystoiminta edustaa liikevaihdoltaan ja arvontuotoltaan suurinta kiertotaloustoiminnan volyymia ja merkittävää osaa viennistä sekä bruttokansantuotteesta, luomme kuvan kiertotalouden nykytilasta tarkastelemalla materiaalikiertojen liiketoimintaa. Materiaalikiertotalous aktivoi liiketoimintaa myös muilla sektoreilla, kuten teknologiakehityksessä, rakentamisessa, palveluissa ja logistiikassa. Panostus materiaalikiertoihin edistää kiertotaloutta kaikilla toimialoilla.

Koska kiertotalouden yritystoimintaa harjoitetaan lähes kaikilla toimialaluokittelun toimialoilla (TOL) ei yrityskartoitusta ole mahdollista toteuttaa suoraan toimialaluokittelujen avulla. Tätä selvitystä varten materiaalikiertojen yrityksiä tunnistettiin eri menetelmillä kiertotaloushakusanojen avulla. Yrityksiä tunnistettiin yhteensä 542 (mm. Orbis- ja Tilastokeskuksen tietokannat ja yritysten www-sivut). Kartoitukseen sisältyi kierrätysmateriaaleja hyödyntäviä yrityksiä erityisesti metsä- ja metallisektoreilla, sivu- ja jätevirtoja käsitteleviä ja jalostavia yrityksiä sekä jäte- tai sivuvirtapohjaista energiaa tuottavia yrityksiä. Vaikka alkutuotannolla ja energiantuotannolla on sinällään suuri merkitys kiertotalouden toteuttamisessa kestävästi, on alkutuotannon yritykset (metsänkasvatus ja maataloustuotanto), puhtaan veden valmistus

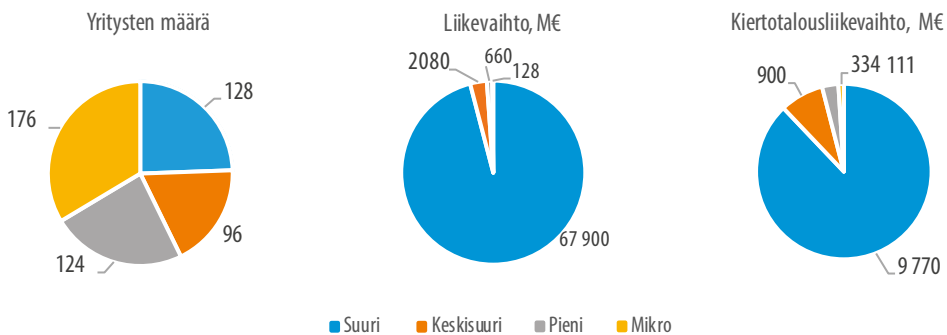
sekä uusiutuvan energian tuotanto (esim. vesi- ja aurinkovoiman tuotanto) jätetty tämän tarkastelun ulkopuolelle, jollei toimintaan ole liittynyt kiertotalouden muuta toimintaa. Aineisto ei sisällä myöskään erilaisiin kuluttaja- ja pienkorjauspalveluihin tai tilavuokrapalveluihin keskittyneitä yrityksiä, joiden liikevaihto on pääosin pieni. Materiaalikiertojen yrityksistä kerättiin toimintaa kuvaavia tietoja, joiden perusteella arvioitiin kiertotalousliiketoiminnan osuus kokonaisliikevaihdosta. Arvio on suuntaa antava ja kuvaa kiertotalousliiketoiminnan suuruusluokkaa materiaalikiertojen osalta.

Kiertotalousliikevaihdon osuutta kokonaisliikevaihdosta arvioitiin suurten yritysten osalta yrityskohtaisesti ja pienten yritysten osalta näille arvioidun toimialakohtaisen taikka joissain tapauksissa yrityskohtaisen kertoimen avulla (esim. Sitran Kiertotalouden kiinnostavimmat 2018 -yritykset). Suuryritysten vuosikertomuksista, tiedotteista ja/tai lehtiartikkeleista haettiin materiaalikäytön perusteella lukuarvo kiertotalous- tai kierrätystoiminnan osuudelle yrityksen koko toiminnasta, ja tätä kerrointa käytettiin kiertotalousliikevaihdon arviointiin yrityksen kokonaisliikevaihdon pohjalta. Perinteiset jätehuoltoyritykset kierrättävät jo pitkälti sääntelyn velvoittamina materiaaleja, ja niiden toiminnasta 75 % oletettiin kiertotalouden toiminnaksi. Sellaisille pk-yrityksille, joiden toiminta-ajatus pohjasi täysin kiertotalouden periaatteille, oletettiin 100 %:n osuus kiertotaloustoiminnalle.

Energiayhtiöiden toiminnasta otettiin mukaan jätteenpolto ja biokaasun valmistus sekä muu mahdollinen kierrätys- tai kiertotaloustoiminta. Metsäyhtiöillä kiertotaloudeksi laskettiin kierrätysmateriaalien käyttö raaka-aineena, kierrätyspoltoaineiden tuotanto jätteistä tai sivuvirroista kaupalliseen käyttöön sekä erilaiset kierrätysmateriaalibiotuotteet kuten biokomposiitit. Sisäisiä kiertoja ei ole laskettu mukaan kertoihin tai arvioihin. Tarkastelun ulkopuolelle on mahdollisesti jäänyt joitakin sellaisiakin yrityksiä, joilla on kiertotaloustoimintaa myös tekemämme rajauksemme puitteissa, jos toiminnan kuvaus ei ole ollut saatavilla tai se on ollut tulokinnanvarainen. Yrityksaineistoa tarkasteltiin kolmesta eri näkökulmasta: materiaalkiertojen (sektorien), kiertotalouden eri liiketoimintamallien sekä maantieteellisen sijainnin (luvussa 6) näkökulmasta.

Tarkasteluun valittujen materiaalikierron yritysten kokonaisliikevaihto yhteensä vuonna 2018 oli 70,8 mrd. €. Tästä määrästä suoraan kiertotalouteen liittyvien toimintojen liikevaihto oli arviolta 11,1 mrd. €, joka vastaa n. 16 % tarkasteltavien yritysten kokonaisliikevaihdosta ja n. 5 % bruttokansantuotteesta. Kiertotalouden

liikevaihdosta suurimman osan n. 9,8 mrd. €:a tuovat suuret yritykset, vaikka kaikkien yritysten lukumäärästä niitä on vain noin neljännes. Kiertotaloudessa toimivien pk-yritysten liiketoiminta nojaa vahvemmin kiertotaloustoiminnalle ja liiketoimintamalleille, ts. kiertotalous on ydinliiketoimintaa tai ainakin keskeinen osa liiketoiminta-ajatusta, kun taas suurten pörssinoteerattujen yritysten ydinliiketoiminta on pääosin muuta kuin kiertotalouden toimintaa. Lukumääräisesti eniten kiertotaloudessa on mikroyrityksiä. Kiertotalouden liikevaihto erikokoisissa yrityksissä esitetään kuvassa 2.



Kuva 2. Yritysten määrän, liikevaihdon ja kiertotalousliikevaihdon jakautuminen eri kokokoisiin yrityksiin. Keskisuuret yritykset: henkilöstömäärä alle 250 ja vuosiliikevaihto alle 50 M€ tai taseen loppusumma alle 43 m€; pienet yritykset: työntekijöiden määrä alle 50 ja vuosiliikevaihto tai taseen loppusumma on alle 10 M€; mikroyritykset: alle 10 työntekijää ja vuosiliikevaihto alle 2 M€.

5.2 Materiaalikiertotalouden liiketoiminta eri sektoreilla

Materiaalikiertotalouden yritykset toimivat lähes kaikilla eri toimialoilla. Tämän selvityksen tarkoituksiin aineistomme kiertotalousyritykset luokiteltiin toimialaluokittelun sijaan materiaaliakierroksen pohjalta metsä-, ruoka-, kuluttajaliiketoiminta- ja teknisiin kiertoihin. Teknisiä kiertoja täsmennettiin vielä luokittelemalla yritykset teknisiin energiaan liittyviin kiertoihin (energiatehokkuusratkaisut ym.) sekä rakentamisen, metalli-, jäte-, tekstiili- ja muihin kiertoihin sekä konsultointipalveluihin. Lukumääräisesti suurin osa yrityksistä toimii jätekiirroissa, mutta eniten liikevaihtoa

tuottaa metsä- ja metallikierron toiminta. Osalla kierroista on erityisiä piirteitä. Esimerkiksi metsä- ja metallikierron yrityksissä on paljon suuria ja vanhoja vientiyrityksiä, joiden kasvu on maltillista, kun taas kuluttajaliiketoiminnan yritykset ovat pääosin pääkaupunkiseudun nuoria, pieniä, nopeasti kasvavia yrityksiä, joilla ei ole vientiä (kuva 2, taulukko 3).

Lukumääräisesti eniten yrityksiä toimii jätteenkäsittelyssä, ruokaketjussa ja teknisessä energiaan liittyvässä kierrossa. Liikevaihdoista suurimmat kierrot ovat kuitenkin metalli- ja metsäpohjaiset kierrot. Suurimpien yksittäisten yritysten osuus myös kiertotalouden liikevaihdosta on merkittävin. Pk-yritysten osalta jätteenkäsittely on kiertotalousliikevaihdoista suurin kierto. Metallikierrat ja energiaan liittyvät toiminnot ovat seuraavaksi suurimmat. Metsäpohjaisissa kierroissa on vähemmän pieniä ja keskisuuria yrityksiä.

Kiertojen osalta toimialan tuotemarkkina, traditiot ja sääntely ohjaavat vahvasti liiketoimintalogiikkaa ja arvonmuodostusta. Esimerkiksi jätetoimialalla sääntely asettaa muuta teollisuutta tiukempia reunaehdot ja toiminnan rajoitteita. Jättemateriaaleista tai sivuvirroista valmistettujen tuotteiden markkinahinta jää myös helpposti alhaisemmaksi ja kate pienemmäksi, eivätkä pienet tai keskisuuret yritykset pysty kenties toteuttamaan investointeja riittävässä mitassa. Toisaalta metsä- ja metalliteollisuus on vanhastaan pääomavaltaista suuren volyymin toimintaa, ja myös ko. sektorin kierrätys- tai muu kiertotalouden toiminta joutuu sopeutumaan suureen mittakaavaan ja volyymituotantoon, jollei kierrätysmateriaalista tai sivuvirrasta saada jalostettua korkeamman arvon tuotetta. Tällaisia korkean arvon tuotteita voivat olla esimerkiksi ruokaketjun sivuvirroista uutetut ravintolisät tai ligniinistä valmistettu vanilliini.

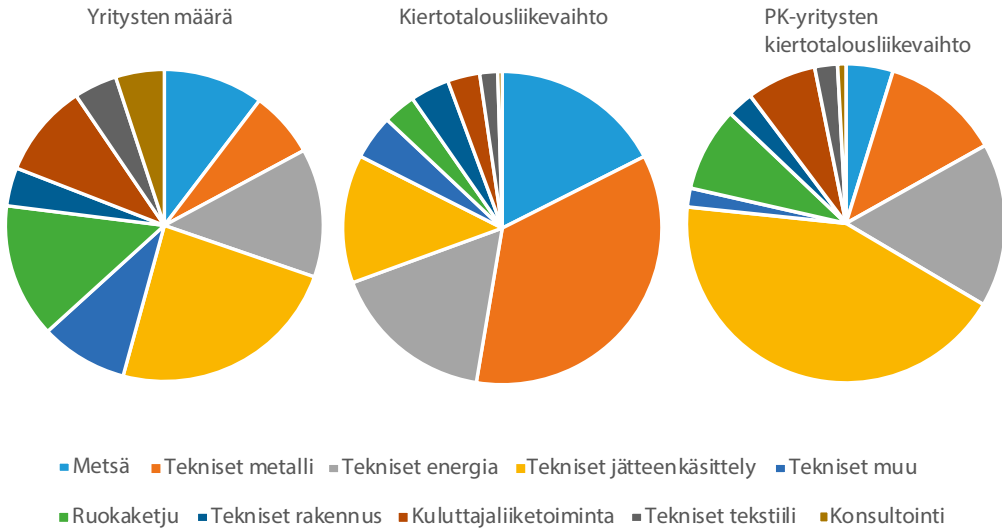
Esimerkkinä kahteen kiertoon kuuluvasta yrityksestä ovat biojätteestä biokaasua valmistavat yritykset, jotka luokiteltiin sekä jätteenkäsittelyyn että ruokakiertoon. Taulukossa 3 luonnehditaan tiivistetysti aineistoon kuuluvien yritysten toimintaa.

Taulukko 3. Eri kiertojen kuvaus ja esimerkkejä eri kiertojen kiertotaloustoiminnasta.**kt=kiertotalous, lv=liikevaihto**

Kierto	Osuus kt-yrityksistä (%)	Osuus kt kokonais-lv:sta (%)	Minkälaisia yrityksiä kiertoon kuuluu?	Esimerkkejä kiertotaloustoiminnasta
Tekniset metalli	7	35	Suuria, vanhoja yrityksiä, paljon yrityksiä, joiden liikevaihto pienenee ja vain vähän hyvin kasvavia, tulos kuitenkin vain harvalla negatiivinen, Pohjois- ja Itä-Suomessa paljon metallikierron yrityksiä, Etelä-Suomessa suhteessa vähemmän	Metallinomun keräys, metallin kierrätys, jalostus raaka-aineeksi, romuautojen kierrätys, akkujen kierrätys, metalliteollisuuden sivuvirrat ja kuonat käyttöön, sähkö- ja elektroniikkaromun käsittely
Metsä	10	17	Suuria, vanhoja yrityksiä, joilla on paljon vientiä, merkittävällä osalla yrityksistä liikevaihto pienentynyt 2013-2017	Puupohjaiset pakkausmateriaalit, puupohjainen bioenergia, paperin kierrätys, metsäteollisuuden lietteiden ja sivuvirtojen käyttö, puupohjaiset tekstiilit, biokomposiitit, tuhkalannoitteet metsänhoitoon
Tekniset energia	13	17	Vain vähän uusia yrityksiä, paljon keskisuuria ja kasvuyrityksiä, tulokset useimmilla positiivisia, mutta eivät hirveän suuria, paljon yrityksiä Etelä-Suomessa	Jätepoltoaineet, energiaa säästävät ratkaisut rakennuksiin, energiaan liittyvät tuote palveluna -ratkaisut, hukkalämmön hyödyntäminen, energian kysyntäjousto
Tekniset jätteenkäsittely	24	13	Vanhoja yrityksiä, useimmat pieniä tai keskisuuria, useimmilla positiivinen tulos, vain vähän vientiyrityksiä	Biokaasu, jätehuolto, laitteistot jätehuoltoon, muovin kierrätys, jätevesien käsittelyratkaisut, jätteenpolto, pilaantuneet maat
Ruokaketju	14	3	Paljon mikroyrityksiä, kasvuyrityksiä, 2010-luvulla syntyneitä yrityksiä, mutta vain harvalla on hyvä tulos ja suurella osalla tulos on negatiivinen, suurin osa yrityksistä Etelä- ja Länsi-Suomesta	Biokaasu biojätteestä, maatalouden ja elintarviketeollisuuden sivuvirtojen käyttö, lihankorvikkeet, kalankasvatus suljetussa kierrossa, kierrätyslannoitteet, älykkäät kasvihuoneet, hyönteisiä ruokaa, oluenpanemisen mäskin käyttö rehuna, kasvien kasvatus suljetussa kierrossa

Kierto	Osuus kt-yrityksistä (%)	Osuus kt kokonaislv:sta (%)	Minkälaisia yrityksiä kiertoon kuuluu?	Esimerkkejä kiertotalous-toiminnasta
Tekniset muu	9	5	Suuria, vanhoja yrityksiä, joilla on paljon vientiä, vain vähän kasvu-yrityksiä, mutta yritysten tulos pääosin hyvä Muihin kiertoihin verrattuna Pohjois-, Itä- ja Länsi-Suomessa paljon tähän kiertoon kuuluvia yrityksiä	Luokittelematonta toimintaa, kuten laitteiden kunnostus ja uudelleenmyynti, mittauslaitteet kiertotalouteen, kemian- ja muoviteollisuuteen liittyvä materiaalien kierrätys
Tekniset rakennus	4	4	Paljon vanhoja suuria yrityksiä, lähes kaikkien yritysten liikevaihto on kasvanut 2014-2017, mutta vain harva yltänyt nopeaan kasvuun, paljon yrityksiä Etelä-Suomessa	Kierrätetyt rakennusmateriaalit, rakennusjätteen kierrätys
Kuluttaja-liiketoiminta	10	3	Suuri osa 2010-luvulla perustetuista mikroyrityksiä, paljon kasvuyrityksiä, mutta monella myös liikevaihto kutistunut, monella erittäin hyvä tulos, mutta paljon myös yrityksiä, joiden tulos on negatiivinen, mukana vain muutama vientiyritys, suurin osa yrityksistä Helsinki-Uudenmaan alueelta	Hävikkiruuan vähennys, yhteiskäyttöautot, verkkokirpputorit, muut jakamislustat, käytettyjen laitteiden kunnostus, energian kysyntäjousto kuluttajille
Tekniset tekstiili	4	2	Paljon mikroyrityksiä, ei erityisen nopeasti kasvavia yrityksiä, mutta useimmilla liikevaihto kasvussa ja tulos positiivinen, vain muutama vientiyritys, suurin osa yrityksistä Helsinki-Uudenmaan alueelta, hyvin vähän yrityksiä Etelä-Suomen ulkopuolelta	Tekstiilikuidun keräys ja mekaaninen kierrätys, ylijäämä materiaalin hyödyntäminen uusissa tuotteissa, vuokrauspalvelut, tekstiilijätteen keräys, tekstiilisunnittelu, laitteiden automaation kehittäminen
Konsultointi	5	< 1	Paljon mikroyrityksiä, vähän 2010-luvun yrityksiä, hyvin vähän vientiä, vain pieni hyvin kasvavia, puolella liikevaihto pienentynyt 2013-2017, muihin kiertoihin verrattuna Pohjois- ja Itä-Suomessa paljon konsultointiyrityksiä	Materiaalikatsoelmuks, kiertotalouteen liittyvä konsultointi

Kartoituksen n. 540 tunnistetusta yrityksestä kerättiin ja/tai edelleen laskettiin seuraavat tiedot: lyhyt kuvaus yrityksen kiertotalousliiketoiminnasta, paikkakunta, jonne yritys on rekisteröity, päätoimiala, perustamisvuosi, liikevaihto, tulos, varallisuus, lisäarvon tuotto vuosilta 2008-2017, arvio kiertotalousliiketoiminnan osuudesta kokonaisliikevaihdosta, työntekijämäärä vuosilta 2008-2017, saatavilla olevat tiedot TK-tuista ja TK-liikevaihdosta, vienti yli 10 % liikevaihdosta/alle 10 % liikevaihdosta, jos saatavilla, ja muuta tietoa kumppaneista, ekosysteemeistä sekä hankkeista, joissa yritys on mukana, jos ne olivat saatavilla.



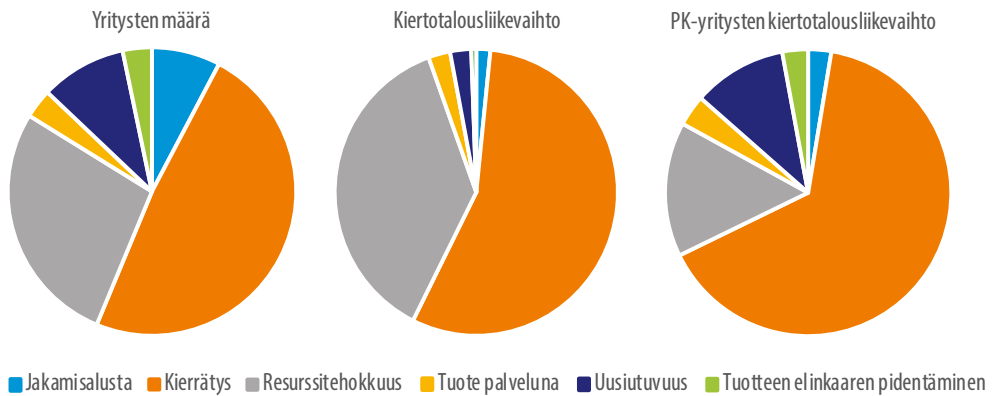
Kuva 3. Yritysten lukumäärä ja kiertotalousliikevaihto eri kierroissa.

5.3 Liiketoimintamallit materiaali-kiertotalouden yrityksissä

Kiertotaloudessa yleisesti tunnistettuja liiketoimintamalleja ovat jakamislusta, kierrätys, resurssitehokkuus, uusiutuvuus, tuote palveluna ja tuotteen elinkaaren pidentäminen. Aineiston yritykset ryhmiteltiin näiden kiertotalousliiketoimintamallien mukaan (kuva 4). Havaittiin, että kiertotalouden painopiste on kierrätyksen ja resurssitehokkuuden liiketoimintamalleissa, ts. näitä malleja sovelletaan ahkerimmin yritysten toiminnassa. Sekä yritysten lukumäärässä että liikevaihdossa mitattuna kierrätyspohjainen liiketoiminta sekä resurssitehokkuuden parantaminen edustavat yli kahta kolmasosaa kaikesta kiertotalouden liiketoiminnasta. Kiertotalouden kokonaisliikevaihdosta yli 90 % pohjautuu kierrätysmalleihin tai resurssitehokkuus-malleihin, ja useimpien suurten yritysten kiertotalouden liiketoimintamalli onkin toinen näistä. Jakamislustat ovat taas enimmäkseen uusia mikroyrityksiä, joilla on toistaiseksi pieni liikevaihto.

Tuote palveluna (product as a service) ja tuotteen elinkaaren pidentäminen ovat liiketoimintamalleina hyvin erityyppisillä yrityksillä. Tuotteen elinkaaren

pidentämisen ajatusta on toteutettu vanhastaan pienehkönä osana kokonaisliiketoimintaa tyypillisesti huoltopalveluiden kautta. Tuote palveluna- liiketoiminta ei vielä ole kehittynyt parhaaseen potentiaaliinsa jokapäiväisenä toimintamallina; markkina ei ehkä ole ollut kypsä omaksumaan uudenlaista asiakasarvon muodostamista, tai yritykset eivät ole osanneet tarttua palvelullistamisen mahdollisuuksiin. Myös palvelun muotoilu asiakkaalle sopivaksi ja arvoa tuottavaksi tuotteeksi vaatii syvällistä asiakasymmärrystä, tuotteistusosaamista, kokeiluja ja aikaa. Asiakkaiden on myös opittava ostamaan ja käyttämään tuotteita tai materiaaleja palveluna.



Kuva 4. Yritysten edustamat liiketoimintamallit yritysten määrän sekä kiertotalousliikevaihdon perusteella.

Kiertotaloudessa vaikuttaa olevan käynnissä ensimmäinen vaihe, jossa ilmeisimmät kiertotaloutta toteuttavat liikeideat ja toimintamallit ovat siirtyneet tai siirtymässä yritysten käyttöön; resurssitehokkuutta parannetaan sekä omassa että asiakkaiden liiketoiminnassa esim. kierrättämällä tai tehostamalla energiankäyttöä. Seuraavassa vaiheessa yritykset hyötyisivät toimista, joilla niitä kannustettaisiin kokeilemaan muita liiketoimintamalleja, kuten tuotteiden palvelullistamista tai elinkaaren pidentämistä. Näitä toimia voisivat olla julkisten hankintojen suunnittelu niin että ne tukevat kestävästä kiertotalouden toteuttamista (esim. palvelumuotoiset hankinnat), erilaisilla arvonalisäveroratkaisuilla, tai suuntaamalla TKI-kannustimia kokeilevaan toimintaan. Myös tuotesuunnitteludirektiivi tuonee tuotevaatimusten muodossa markkinamahdollisuuksia.

5.4 Skenaariot kiertotalousliikevaihdon kehitykselle Suomessa

Kiertotaloudelle eri toimialoilla on kirjallisuudessa (Meyer ym., 2016; Tuladhar ym., 2016) ennustettu 000,8 % korkeampaa kasvua suhteessa talouden peruskasvuun, ts. kiertotalouden on ennustettu kasvavan hieman muuta taloutta rivakammin. On myös esitetty joitakin ennusteita, joiden mukaan kiertotalous alentaa kasvua (Hu ym., 2015; Schandl ym., 2016).

Kotimaisen kiertotalousyritysdatan pohjalta kiertotalousliiketoiminta kasvaa muuta taloutta nopeammin mutta seuraten talouden yleistä kehitystä. Kasvu voi korvata perinteistä liiketoimintaa tai luoda täysin uutta liiketoimintaa vanhan toiminnan lisäksi. Yritysten historiallisen (1996-2018) sektorikohtaisen kiertotalous- ja kokonaisliikevaihdon kehityksen pohjalta laaditut skenaariot näyttävät, että materiaalikiertotalouden liikevaihto voi parhaassa tapauksessa kaksinkertaistua n. 20 mrd. euroon vuoteen 2030 (taulukko 4). Suurin kasvu toteutuu, jos kiertotalouteen eniten panostavat yritykset valtaavat markkinoita koko teollisuudesta ja kiertotalous kasvaa 3,5 %:n kasvuvauhdilla.

Taulukko 4. Kuusitoista arviota kiertotalouden liikevaihdon kasvulle Suomessa vuoteen 2030 mennessä: ylempi luvuista esittää kiertotaloudessa toimivien yritysten arvioidun kokonaisliikevaihdon ja alempi arvioidun kiertotalousliikevaihdon vuonna 2030 sekä näiden osuudet koko teollisuuden liikevaihdosta; BKT:n vuotuisen kasvun ennuste 1,4%.

	Kiertotalousyritysten liikevaihdon kasvuvauhti			
Kiertotalouden (kt) kasvu	2,1%	2,7%	2,7% + sektorikohtainen premio	Dataan perustuva kasvuvauhti (ka. 2,4%)
Kiertotalousliikevaihdon osuus vakio	90,8 mrd € (47,1 %) 14,3 mrd € (7,4 %)	97,4 mrd € (47,1 %) 15,3 mrd € (7,4 %)	103,7 mrd € (50,2 %) 16,3 mrd € (7,9 %)	100,1 mrd € (48,4 %) 16,5 mrd € (8,0 %)
Dataan perustuva kt-kasvuvauhti (ka. 3,5%)	90,8 mrd € (47,1 %) 19,8 mrd € (10,3 %)	97,4 mrd € (47,1 %) 19,8 mrd € (9,6 %)	103,7 mrd € (50,2 %) 19,8 mrd € (9,6 %)	100,1 mrd € (48,4 %) 19,8 mrd € (9,6 %)
Kiertotalouteen eniten panostavat yritykset val- taavat markkinoita kiertotalousyrityksiltä	90,8 mrd € (47,1 %) 16,9 mrd € (8,8 %)	97,4 mrd € (47,1 %) 18,1 mrd € (8,8 %)	103,7 mrd € (50,2 %) 19,2 mrd € (9,3 %)	100,1 mrd € (48,4 %) 19,8 mrd € (9,6 %)
Kiertotalouteen eniten panostavat yritykset val- taavat markkinoita koko teollisuudesta, dataan perustuva kt-kasvuvauhti (ka. 3,5%)	95,4 mrd € (49,5 %) 15,1 mrd € (7,8 %)	101,5 mrd € (49,1 %) 21,4 mrd € (10,4 %)	107,1 mrd € (51,9 %) 21 mrd € (10,2 %)	105,9 mrd € (51,2 %) 21 mrd € (10,2 %)

6 Kiertotalous tuottaa lisäarvoa ja työllisyyttä

Tässä luvussa arvioidaan yritysaineiston pohjalta laskettua materiaalikiertojen liiketoiminnan arvontuottoa ja työllistävyyttä Suomessa 2017/2018. Luvussa arvioidaan myös kiertotalouteen tehtyjen pääomasijoitusten ja muiden omistusjärjestelyjen roolia kiertotalouden kasvun indikaattorina.

Metalli- ja metsäkiertojen **työllistävä** vaikutus on työntekijöiden lukumäärien suhteen suurin. Kuluttajaliiketoiminta työllistää kuitenkin eniten suhteessa syntyvään liikevaihtoon. Myös jätekiirroissa on metalli- ja metsäkiertoja enemmän työvoimaa suhteessa liikevaihtoon.

Kiertotaloutta harjoittavien yritysten **lisäarvontuotto** on viime vuosina ollut muuta vastaavaa toimialaa parempi erityisesti metsä- metalli- ja jätekiirroissa sekä kuluttajaliiketoiminnassa. Ruokaketjussa, rakennustoimialalla, konsultointipalveluissa ja tekstiilikierroissa arvontuotto on ollut sama tai alhaisempi kuin toimialalla yleensä. Kiertotalouden yrityksistä miltei puolet on pääkaupunkiseudulla ja liikevaihto syntyy pääsääntöisesti **suurilla teollisuuspaikkakunnilla** suuren volyymin ainevirtojen käsittelyssä sekä pääkaupunkiseudulla, jossa asukastiheys on korkein. Lisäarvontuotto on suurinta Helsingin, Tampereen ja Turun seuduilla. Lisäarvoa työntekijää kohden syntyy puolestaan eniten pääomavaltaisessa teollisuudessa, kuten Porvoon öljynjalostamossa ja Äänekosken sellutehtaalla. Alueellinen erikoistuminen näyttäisi lisäävän yritysten arvontuottoa.

Kiertotalouden yrityksiin tehtyjen **pääomasijoitusten** määrä on vain muutamia prosentteja kaikista tehdyistä pääomasijoituksista. Julkisen sektorin rooli kiertotalouden yritystoiminnan alkuvaiheen tukemisessa

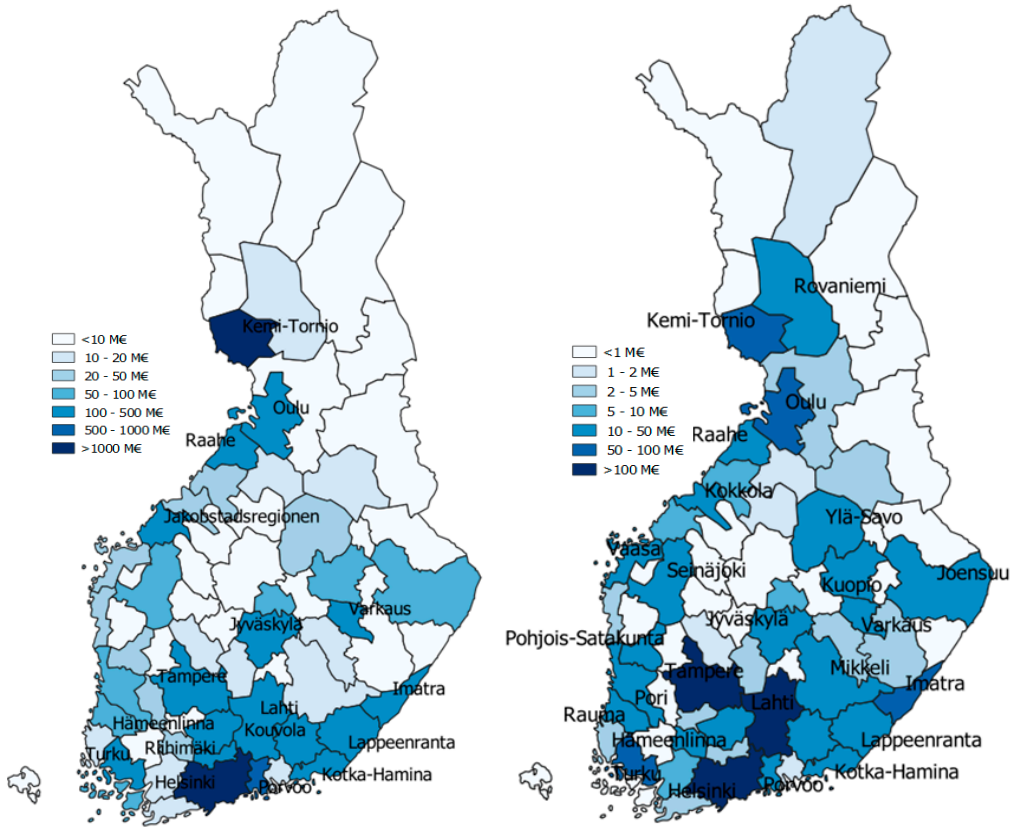
on ratkaisevan tärkeä, koska markkinaehtoisessa rahoituskentässä ei tyypillisesti ole riskinottohalukkuutta kiertotalouden kaltaisen toiminnan alkuvaiheen rahoitukseen. Esimerkiksi Valtion kehitysyhtiö Vake Oy:n rahoitus-toiminnan suuntaaminen kiertotalouden yritysten tukemiseen sekä pidempien takaisinmaksuaikojen ja korkotukikäytänteiden soveltaminen voivat parantaa nuorten ja innovatiivisten kiertotalousyritysten rahoitettavuutta.

6.1 Materiaalikiertotalouden yritysten toiminta ja niiden tuottama lisäarvo maakunnittain ja seutukunnittain

Yrityskartoituksessa tunnistettujen 542 kiertotaloudessa toimivan yrityksen tuotannollista toimintaa tarkasteltiin alueellisesti. Yli puolet kiertotalouden yrityksistä on rekisteröity Uudellemaalle ja Pirkanmaalle. Asukasta kohden yrityksiä on eniten Päijät-Hämeessä, Uudellamaalla, Kainuussa ja Satakunnassa.

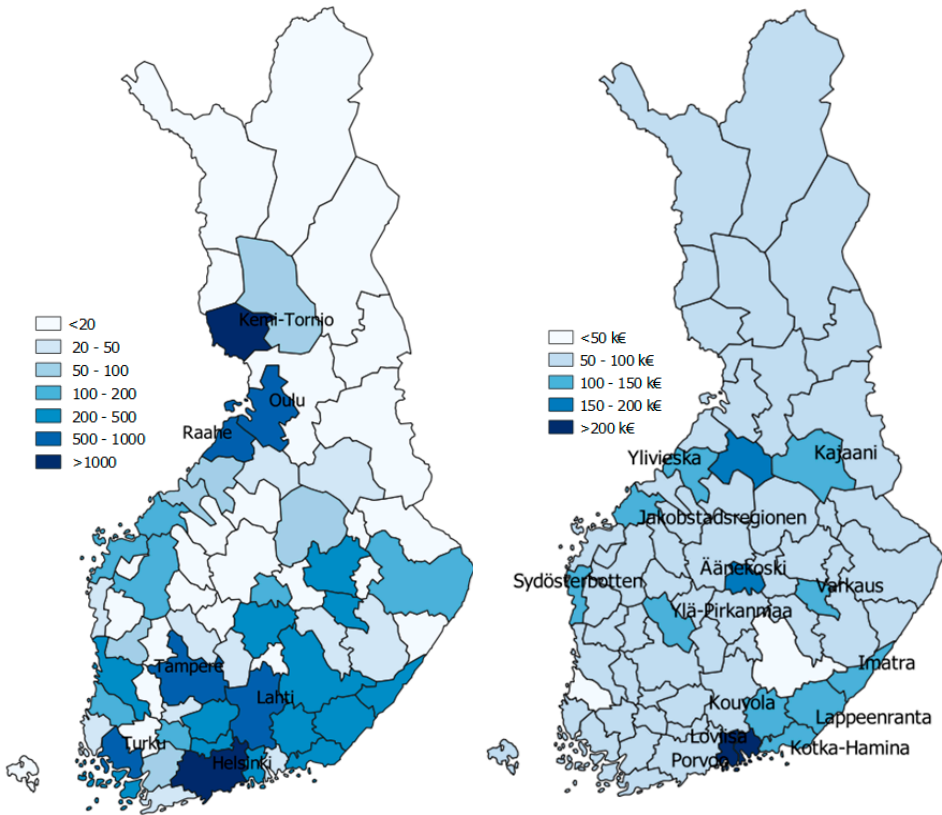
Kiertotalouden liikevaihtoa syntyy eniten Kemi-Tornion ja Helsingin seuduilla (kuva 5, liitteet 5 ja 7). Kemi-Tornion seutukunnassa liikevaihdon tuo miltei kokonaan teräs- ja ferrokromitehdas, joka hyödyntää pääosin romua raaka-aineenaan. Vastaavia muita seutukunnan kiertotalousliikevaihtoa kasvattavia tuotantolaitoksia ovat esimerkiksi öljynjalostamo Porvoossa (uusiutuvan polttoaineen valmistus), kartonkitehtaat (kierrätyskuidun hyödyntäminen kartongin valmistuksessa), ja metallikierrätyksen toimipisteet eri puolella Suomea. Kuvassa 5 esitetään mm. ne seutukunnat, joissa työntekijöiden mukaan jyvitettyä kiertotalousliikevaihtoa kertyy yli 500 milj. € vuodessa.

Maantieteellisesti pääkaupunkiseudun yritystoiminnan rooli näyttäytyy korostuneena, sillä lähes kaikki suurimmat yritykset on rekisteröity Helsinkiin tai Espooseen, vaikka toiminta pääosin tapahtuisi muualla Suomessa. Sen vuoksi tunnuslukuja jyvitettiin eri seutu- ja maakunnille niiden työntekijöiden palkkasummien mukaisesti. Pk-yritysten osalta data kuvaa lähtökohtaisesti paremmin, miten toiminta on jakautunut Suomessa. Kaiken kaikkiaan Etelä-Suomessa on eniten kiertotalouteen liittyvää liiketoimintaa, mutta pk-yritykset ovat jakautuneet tasaisemmin koko maahan; niillä on siten paikallisesti tärkeä rooli työllistäjinä ja kiertotalouden edistäjinä.



Kuva 5. Yritysten kiertotalousliiketoiminnan arvioidut liikevaihdot seutukunnittain (vasemmalla) ja lisäarvon (palkat + tulos) määrä seutukunnittain (oikealla) (lähde: oma laskenta perustuen yritysten työntekijämäärään ja palkkasummiin paikkakunnilla; Tilastokeskuksen yritys- ja palkkarakenneaineisto sekä Orbis-yritystietokanta).

Kiertotaloustyöntekijöiden määrä on yleisesti likimain saman suuruinen suhteessa alueiden väestömääriin. Samoin kuin kiertotalousliikevaihdon kohdalla, kasvattavat kuitenkin isot tuotantolaitokset sekä metsä- ja metalliteollisuuden tehtaat seutukuntiansa kiertotaloustyöntekijöiden määrää.



Kuva 6. Kiertotaloustyöntekijöiden määrä seutukunnittain / henkilötyövuotta (oikealla); kiertotalouden parissa toimivien yritysten työntekijää kohden tuotetun kiertotaloustoiminnan lisäarvo (palkat + tulos) / tuhatta €:a eri seutukunnissa (vasemmalla); lähde: oma laskenta, Tilastokeskuksen yritys- ja palkkarakenneaineisto sekä Orbis-yritystietokanta³

Suuren volyymin teollisessa toiminnassa yrityksellä on tyypillisesti merkittävä vaikutus alueellisena työllistäjänä sekä välittömästi että välillisesti, mutta koska toiminta on usein samalla pääomavaltaista ei tuotettu lisäarvo työntekijää kohden ole suhteellisesti yhtä merkittävä, vaan tuotto pohjaa tehdasinvestointien hyödyntämiselle. Suurimmat kiertotalouden työntekijää kohden tuotetun kiertotaloustoiminnan

³ Yrityksen tuottama lisäarvo (palkat + tulos) on jaettu maksettujen palkkojen suhteessa eri seutukunnille; jos seutukunnalla on ollut alle 20 kiertotaloustyöntekijää, on käytetty tällaisten seutukuntien keskimääräistä tuotettua lisäarvoa/työntekijä 88 k€.

lisäarvot (palkat + tulos) selittyvät paikkakunnille sijoittuvilla prosessiteollisuuden laitoksilla, esimerkiksi Porvoon jalostamolla ja metsäteollisuuden tehtailla (kuva 6).

Isot toimialat työllistävät eniten myös kiertotaloudessa (metsä- ja metallikierrot), mutta kolmantena suurena työllistäjänä on kuluttajaliiketoiminta, joka on työvoimavaltaisempaa mm. korkeamman palvelutuotteiden osuuden kautta. Palvelullistamalla voi olla mahdollista myös luoda uusia työpaikkoja ja uusia ammatteja kiertotaloudessa (taulukko 5).

Taulukko 5. Maakunnan kiertotaloustyöntekijämäärät kiertotalouden eri sektoreilla (lähde: oma laskenta, Tilastokeskuksen palkkarakenneaineisto).

Maakunta	Konsultointi ym.	Metsä- kierto	Ruoka- ketju	Tekniset energia	Tekniset jätteen käsittely	Tekniset metalli	Tekniset muu	Tekniset rakennus	Tekniset tekstiili	Kuluttaja- liiketoiminta
Uusimaa	280	290	160	660	660	500	560	540	240	1 230
Varsinais-Suomi	30	40	50	100	130	100	30	250	30	380
Satakunta	10	160	170	30	130	110	<10	20	10	120
Kanta-Häme	<10	40	50	<10	330	320	<10	80	20	200
Pirkanmaa	40	360	40	50	130	200	80	20	40	170
Päijät-Häme	<10	300	20	60	120	140	90	30	20	130
Kymenlaakso	30	320	50	40	60	10	50	30	<10	40
Etelä-Karjala	20	580	<10	40	30	<10	10	20	<10	130
Etelä-Savo	<10	50	10	20	410	<10	<10	<10	<10	30
Pohjois-Savo	60	80	40	170	80	30	40	20	20	90
Pohjois-Karjala	<10	50	10	<10	20	<10	<10	<10	10	40
Keski-Suomi	20	260	40	50	90	150	20	10	30	180
Etelä-Pohjanmaa	<10	<10	<10	10	70	60	<10	<10	30	40
Pohjanmaa	<10	160	10	10	100	<10	40	<10	10	20
Keski-Pohjanmaa	<10	<10	<10	10	20	30	<10	<10	<10	<10
Pohjois-Pohjanmaa	50	210	40	100	120	700	40	100	30	180
Kainuu	<10	10	10	<10	<10	20	<10	20	<10	<10
Lappi	10	140	30	20	20	2 160	<10	<10	10	50
Ahvenanmaa - Åland	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
Yhteensä	600	3 100	700	1 400	2 500	4 500	1 000	1 200	600	3 000

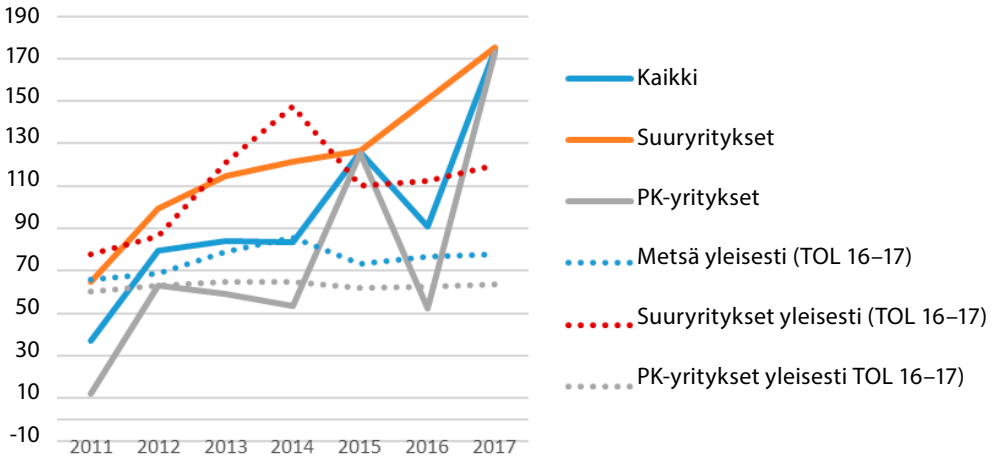
Seuraavissa kuvissa esitetään, miten kiertotalouden yritysten tuottama lisäarvo (maksetut palkat ja taloudellinen tulos) on kehittynyt työntekijää kohden laskettuna vuosina 2011–2017. Yritysten taloustiedot on haettu sekä kansainvälisestä Orbis-tietokannasta (perustuu Suomen osalta Asiakastiedon tietoihin) että Tilastokeskuksen tilinpäätösaineistoaineistoista. Suurimmat ja pienimmät sekä puuttuvat arvot on käsitelty tilastoinnin yleisten käytäntöjen mukaan (winsorointi, inputointi).

Metsäpohjaisten kiertojen arvontuotto

Metsäsektorin kiertotalousliiketoiminta kattaa lukumääräisesti vain 10 % kiertotalouden yrityksistä mutta lähes viidenneksen kiertotalousliikevaihdosta. Sektorin yritykset ovatkin suuria, vanhoja yrityksiä, joilla on paljon vientiä ja suuri merkitys kansantaloudelle. Metsäsektorin kiertotalousliiketoiminta kattaa tässä puupohjaisten pakkausmateriaalien valmistamisen, puupohjaisen bioenergian, paperin kierrätyksen, metsäteollisuuden lietteiden ja sivuvirtojen käytön, puupohjaiset tekstiilit, biokomposiitit sekä tuhkalannoitteiden valmistuksen metsätalouteen.

Merkittäväällä osalla yrityksistä kokonaisliikevaihto on pienentynyt vuosina 2013–2017, samoin kuin työntekijää kohden tuotettu lisäarvo (kuva 7). Metsäteollisuus on syklistä, joka näkyy liikevaihdon kehityksessä. Talouden yleiset trendit heijastuvat myös kiertotaloustuotteiden markkinaan, mutta jos kiertotaloustuotteet myydään muun kuin päätuotteen markkinaan, näillä tuotteilla voi parhaimmillaan olla suhdanteita tasoittava vaikutus yrityksen toimintaan. Etelä-Karjala, Kymenlaakso ja Päijät-Häme ovat metsäsektoriin suhteellisesti erikoistuneimmat maakunnat.

Metsäteollisuus on ollut pitkään murroksessa paperin kysynnän laskiessa, ja viime vuosien panostukset kierto- ja biotalouden uusiin tuotteisiin (muovia korvaavat materiaalit, biodiesel ym.) ovat olleet strategisesti ilmeisen onnistuneita. Metsäkiertotalouteen panostavien yritysten tuottama lisäarvo työntekijää kohden on selkeästi korkeampi kuin toimialan lisäarvo yleisesti. Lisäarvon tuottoa voi toki nostaa myös yleisesti yritysten suurempi TKI-panostus ja muut kannattavat investoinnit.

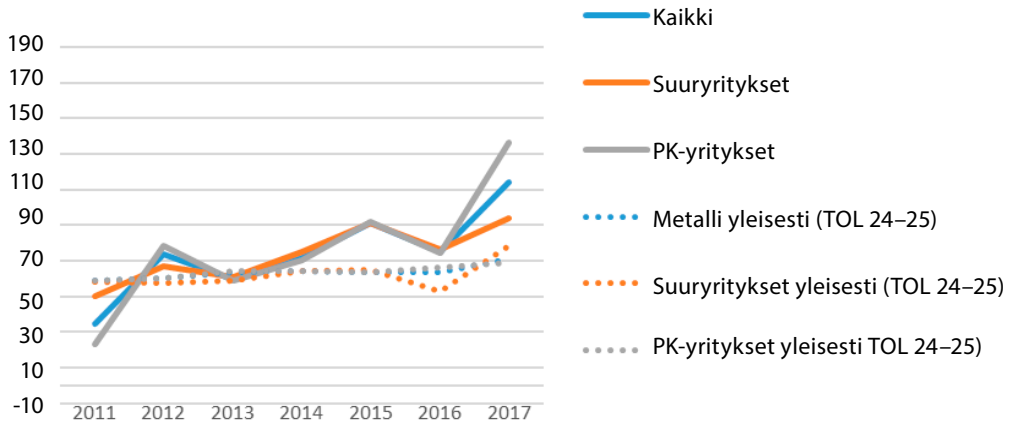


Kuva 7. Työntekijää kohden tuotettu lisäarvo k€ (palkat + tulos) metsäsektorin kiertotalouden yrityksissä sekä vertailuryhmässä (lähde: oma laskenta, Tilastokeskuksen yritysaineisto sekä Orbis-yritystietokanta).

Metallikierron arvontuotto

Metallien ja mineraalien tekniset kierrot on jopa metsäsektoria keskittyneempi kiertotalouden sektori. Sektori kattaa seitsemän prosenttia kiertotalouden yrityksistä mutta yli kolmanneksen kiertotalousliiketoiminnasta. Sektorin yritykset ovat suuria, vanhoja yrityksiä. Sektorilla toimii paljon yrityksiä, joiden liikevaihto on laskussa ja toisaalta vain vähän hyvin kasvavia yrityksiä. Yritykset tekevät kuitenkin tyypillisesti voittoa. Kuvassa 8 esitetään työntekijää kohden laskettu lisäarvo metallikierroissa. Lisäarvoa muodostuu tarkastelluissa metallikiertotalouden yrityksissä hieman sektorin keskiarvoa enemmän. Vaikka metalliteollisuus on myös syklistä yhtä voimakkaita muutoksia kuin metsäkierroissa ei tällä sektorilla nähdä.

Pohjois- ja Itä-Suomessa on paljon metallikierron yrityksiä. Metallikierron kiertotalousliiketoiminta kattaa metalliromun keräyksen, metallin kierrätyksen, jalostuksen raaka-aineeksi, romuautojen kierrätyksen, akkujen kierrätyksen, metalliteollisuuden sivuvirtojen ja kuonan hyödyntämisen sekä sähkö- ja elektroniikkaromun (SER) käsittelyn.

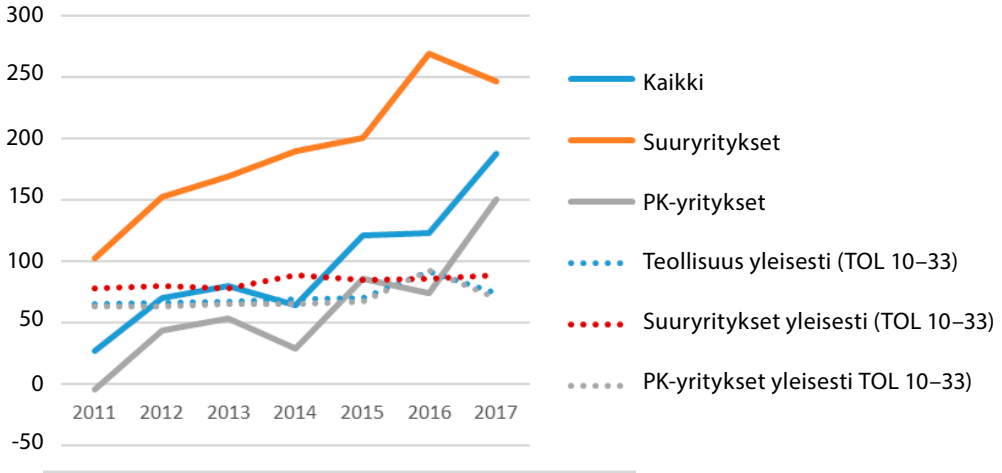


Kuva 8. Työntekijää kohden tuotettu lisäarvo k€ (palkat + tulos) metallikiertojen yrityksissä sekä vertailuryhmässä (lähde: oma laskenta, Tilastokeskuksen yritysaineisto sekä Orbis-yritystietokanta).

Energiaan liittyvien teknisten kiertojen arvontuotto

Energiaan liittyvät tekniset kierrot kattavat 13 % kiertotalouden yrityksistä ja 17 % kiertotalousliiketoiminnasta (kuva 9). Sektorilla on paljon yrityksiä ja ne ovat tyypillisesti keskisuuria ja kasvuyrityksiä. Useimmat sektorin yritykset tekevät voittoa. Sektorilla on vain vähän uusia yrityksiä. Suurin osa sektorin yrityksistä on Helsinki-Uudenmaan alueelta. Suhteellisessa erikoistumisessa Pohjois-Savo nousee kuitenkin kärkeen. Tämä johtuu suurelta osin Varkaudessa sijaitsevasta höyrykattiloiden valmistuksesta. Sektorin kiertotalousliiketoiminta kattaa polttoaineiden valmistuksen jätteestä, energiaa säästävät ratkaisut rakennuksiin, energiaan liittyvät tuote palveluna -ratkaisut, ja hukkalämmön hyödyntämiseen ja energian kysyntäjoustoon liittyvät liiketoimintaratkaisut.

Kierron suuryrityksillä tuotettu lisäarvo työntekijää kohden on selkeästi korkeampi kuin keskisuurilla kiertotaloutta harjoittavilla yrityksillä tai tämän sektorin yrityksillä yleensä.

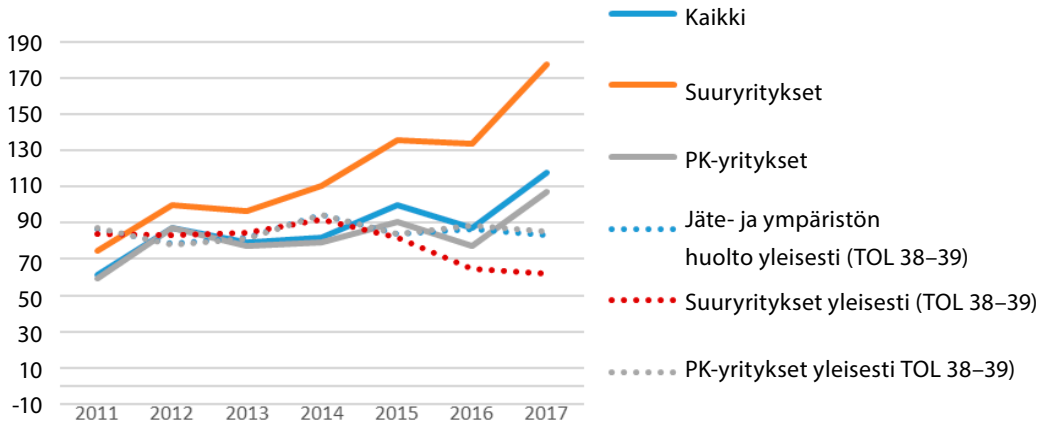


Kuva 9. Työntekijää kohden tuotettu lisäarvo k€ materiaalien energiakiertoihin liittyvissä yrityksissä sekä vertailuryhmässä (lähde: oma laskenta, Tilastokeskuksen yritysaineisto sekä Orbis-yritystietokanta).

Jättemateriaalikiertojen arvontuotto

Jätteenkäsittelyn kierron kiertotalousliiketoiminta on pirstaloitunutta. Sektori kattaa 24 % kiertotalouden yrityksistä mutta vain 13 % kiertotalousliikevaihdosta. Sektorin yritykset ovatkin pieniä tai keskisuuria, tyypillisesti kohtuullisen vanhoja. Useimmat sektorin yritykset tekevät voittoa. Sektorin yritykset ovat keskittyneet väestökeskuksiin, joissa ne toimivat erityisesti yhdyskuntajätteen käsittelyssä ja kierrätyksessä. Vientiyrityksiä sektorilla on odotetusti vain vähän, sillä jätevirtojen jalostaminen vientituotteiksi on haastavaa. Kiertotaloustyöntekijöiden määrä seuraa sektorilla kuntien asukaslukua. Suurempia poikkeuksia tässä suhteessa ovat Mikkeli, Riihimäki (muovi- ja ongelmajätteen käsittely ja kierrätys) ja Heinola (metallin kierrätys). Etelä-Savo ja Kanta-Häme ovatkin suhteellisesti erikoistuneimmat maakunnat. Tämä selittyy suurten työllistäjien sijainnilla kyseisissä seutukunnissa. Sektorin kiertotalousliiketoiminta kattaa biokaasun valmistuksen ja jalostuksen, jätehuollon, laitteistojen rakentamisen jätehuoltoon, muovin kierrätyksen, jätevesien käsittelyratkaisut, jätteenpolton sekä pilaantuneen maa-aineksen käsittelyn.

Kuten energiaan liittyvissä teknisissä kierroissa myös jätteenkäsittelyn kierroissa suuryritysten arvontuotto on muita yrityksiä korkeampi (kuva 10). Osaltaan tulokseen vaikuttaa jäte-energalaitosten pääomavaltaisuus, joka nostaa arvontuottoa työntekijää kohden.



Kuva 10. Työntekijää kohden tuotettu lisäarvo k€ jätekierron talouden yrityksissä sekä vertailuryhmässä (lähde: oma laskenta, Tilastokeskuksen yritysaineisto sekä Orbis-yritystietokanta).

Muiden teknisten kiertojen arvontuotto

Kiertotalouden muiden teknisten kiertojen ja rakentamisen sektoreiden kiertotalousyritykset ovat suuria, vanhoja yrityksiä. Näistä ensin mainitussa kierrossa tehdään paljon vientiä, ja yritysten liiketaloudellinen tulos on pääosin hyvä. Sektorilla on vain vähän kasvuyrityksiä. Sektori kattaa 9 % kiertotalouden yrityksistä ja 5 % kiertotalousliikevaihdosta.

Muiden teknisten kiertojen kiertotalousliiketoiminta kattaa sekalaisen toiminnan, joka ei sovi muiden kiertojen alle, kuten esimerkiksi laitteiden kunnostuksen ja uudelleenmyynnin, mittauslaitteet kiertotalouteen sekä kemian- ja muoviteollisuuteen liittyvän materiaalien kierrätyksen. Nämä toiminnot vaativat erityisosaamista ja voivat toimia sen pohjalta kapeassa markkinassa menestyksekkäästi.

Rakentamisen kiertotalouden sektori on kooltaan pieni. Sektori kattaa 4 % kiertotalouden yrityksistä ja 3 % kiertotalousliikevaihdosta. Sektorilla on paljon vanhoja, suuria yrityksiä. Lähes kaikkien sektorin yritysten liikevaihto on kasvanut vuosina 2014–2017, mutta vain harva on yltänyt nopeaan kasvuun. Sektorin yrityksiä on paljon Etelä-Suomessa ja erityisesti Varsinais-Suomi ja Kanta-Häme nousevat esille suhteellisessa erikoistumisessa. Rakennustoiminta on syklistä ja kierrätystoiminnan arvontuotto on muun rakennussektorin tasolla.

Rakentamisen kiertotalousliiketoiminta kattaa kierrätettyjen rakennusmateriaalien hyödyntämisen ja rakennusjätteen kierrätyksen. Rakennusmateriaalimäärät ovat suuret ja kierrätyksessä on hyödyntämätöntä potentiaalia.

Tekstiilien kierto ja kiertotalouden konsultointi ovat pieniä kiertotalouden sektoreita. Tekstiilikierto kattaa 4 % kiertotalouden yrityksistä ja 2 % kiertotalousliikevaihdosta. Konsultointi puolestaan kattaa 5 % kiertotalouden yrityksistä, mutta alle yhden prosentin kiertotalousliikevaihdosta. Molemmilla sektoreilla on paljon mikroyrityksiä.

Tekstiilikierrossa useimpien yritysten liikevaihto kasvaa, ei kuitenkaan erityisen nopeasti, ja tulokset ovat positiivisia, mutta lisäarvon tuotto on ollut alhainen. Sektorilla on vain muutama vientiyritys. Suurin osa sektorin yrityksistä on Helsinki-Uudenmaan alueelta. Etelä-Suomen ulkopuolelta on hyvin vähän yrityksiä. Suhteellisessa erikoistumisessa Etelä-Pohjanmaa nousee kuitenkin esille. Tekstiilikierroksen kiertotalousliiketoiminta kattaa tekstiilikierätyksen, tekstiilien kierrätyksen kuiduksi, uusiotuotteiden valmistamisen tekstiilijätteestä sekä laitteiden valmistamisen kuitujen ja tekstiilien käsittelyä varten.

Kiertotalouden konsultointipalveluissa yrityksistä vain harva on perustettu 2010-luvulla. Sektorin yritykset eivät ole kasvaneet merkittävästi. Toisaalta konsultointi on tyypillisesti osaamiseen pohjautuvaa palvelua, jonka skaalaaminen voi olla haasteellista. Puolella sektorin yrityksistä liikevaihto on pienentynyt vuosina 2013–2017. Sektorilla ei juurikaan ole vientiä. Myös konsultointi-sektorin yrityksistä suurin osa sijaitsee Helsinki-Uudenmaan alueella. Kymenlaakso, Pohjois-Savo ja Pohjois-Pohjanmaa nousevat alueina esille suhteellisessa erikoistumisessa. Konsultointi-sektorin kiertotalousliiketoiminta kattaa mm. materiaalikatselmukset ja kiertotalouteen liittyvän muun konsultoinnin.

Ruokaketjun arvontuotto

Yritysaineiston ruokaketjun kiertotalousliiketoiminta kattaa 14 % kiertotalouden yrityksistä ja 3 % kaikesta tarkastellusta kiertotalousliikevaihdosta. Sektorilla on paljon mikro- ja kasvuyrityksiä. Moni sektorin yrityksistä on perustettu 2010-luvulla. Vain harvalla sektorin yrityksellä on hyvä taloudellinen tulos, ja suurella osalla se on negatiivinen. Suurin osa kierron yrityksistä on Etelä- ja Länsi-Suomesta, jossa on elintarviketeollisuutta yleisesti. Satakunta ja Kymenlaakso ovat sektorin erikoistuneita maakuntia. Ruokaketjun kiertotalousliiketoiminta kattaa biokaasun valmistusta biojätteestä, maatalouden ja elintarviketeollisuuden sivuvirtojen hyödyntämistä, lihankorvikkeiden tuotantoa, kalankasvatusta suljetussa kierrossa, kierrätyslannoitteita, älykasviuonetekniikkaa, hyönteisten jalostamista ruoaksi, mäskin hyödyntämistä rehuna sekä kasvien kasvatusta suljetussa kierrossa.

Ruokaketjun yritysten joukossa on mielenkiintoisia innovatiivisia startup-vaiheen yrityksiä, joilla on kansainvälisen kasvun mahdollisuuksia.

Kuluttajaliiketoimintakierron arvontuotto

Samoin kuin jätteenkäsittelyn kierrossa on kiertotalouden kuluttajaliiketoiminnan kierroissa yritystoiminta pirstoutunut monen tyyppiseen liiketoimintaan: kiertotalousliiketoiminta kattaa hävikkiruuan vähentämistä, yhteiskäyttöautopalvelua, verkkokirpputoreja ja muita jakamislustoja, käytettyjen laitteiden kunnostusta sekä energian kysyntäjoustopalvelua kuluttajille. Sektori kattaa 10 % kiertotalouden yrityksistä mutta vain 3 % kiertotalousliikevaihdosta. Arvontuotto on samalla tasolla työntekijää kohden kuin esimerkiksi metallikierrätyksen toiminnassa. Pk-yritysten arvontuotto on kuitenkin noussut selkeästi vuoden 2016 jälkeen. Markkina on saatanut kypsyä palvelukonsepteille kuluttajakiinnostuksen myötä.

Kuluttajaliiketoiminnassa yritysten joukossa on paljon 2010-luvulla perustettuja mikro- ja kasvuyrityksiä. Monella sektorin yrityksistä liikevaihto on kuitenkin myös kuitistunut ja moni sektorin yrityksistä tekee tappiota. Tätä selittää mikroyritysten laaja kirjo ja startup-toiminnan alkuvaiheen epävarmuudet. Toisaalta sektorilla on myös useita yrityksiä, jotka tekevät erittäin hyvää tulosta. Vientiyrityksiä on vain muutama. Palvelun monistaminen voi olla haasteellista, erityisesti toiselle markkina-alueelle kotimarkkinan ulkopuolella.

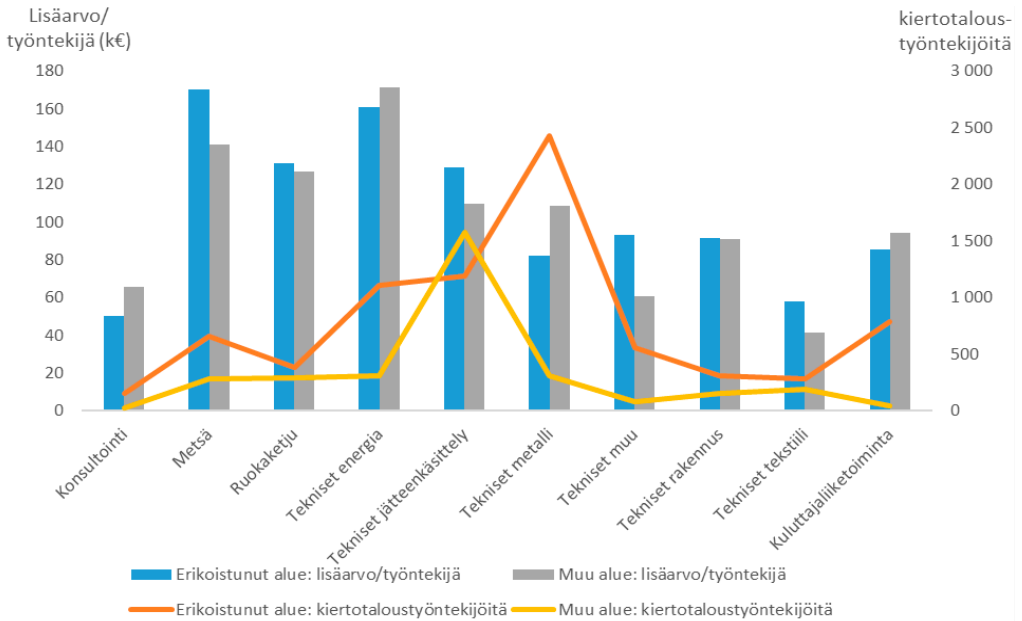
Myös kuluttajaliiketoiminnassa yrityksistä suurin osa on Helsinki-Uudenmaan alueelta, jossa myös on Suomen suurin väestökeskittymä. Suhteellisessa erikoistumisessa kuitenkin Kanta-Häme, Etelä-Karjala, Varsinais-Suomi ja Päijät-Häme ovat kuitenkin huomattavan paljon vahvempia. Tätä selittävät mm. tekstiilikierätyksen vahvat toimijat, jotka työllistäänsä tietyssä maakunnassa hieman suuremman joukon ihmisiä nostavat maakunnan erikoistumisastetta.

Kuluttajaliiketoiminnassa palvelullistaminen on keskeinen toimintamalli, jolla voi olla entistä suurempi rooli tulevaisuudessa, jos palveluliiketoimintaan löydetään uusia toteutusmalleja. Haasteena on tuotteiden palvelullistaminen niin että asiakasrvo toteutuu ja välittyy helposti myös kuluttajalle. Julkisen sektorin TKI-tuella voitaisiin tukea startup-yritysten palvelukonseptien kehittämistä ja vientiponnisteluja uusille markkinoille.

6.2 Alueellinen erikoistuminen ja arvontuotto

Alueellisesta erikoistumisesta näyttäisi olevan hyötyä tällaisille alueille sijoittuneille kiertotalousyrityksille. Erikoistuneella alueella tarkoitetaan aluetta, jossa tarkasteltavassa kierrossa on paljon työntekijöitä suhteessa alueen koko kiertotalouden työvoimaan.

Aineiston pohjalta erikoistuneilla alueilla toimivien kiertotalousyritysten tuottama lisäarvo työntekijää kohden vaikuttaa selvästi suuremmalta kuin muilla alueilla toimivissa vastaavissa kiertotalousyrityksissä (kuva 11, liite 6). Tästä poikkeuksen tekivät konsultointi, energiaan liittyvät tekniset kierrot, metallikierto ja kuluttajaliiketoiminnan kierrot, joissa palveluliiketoiminta ja vakiohinnoittelu voivat olla suuremmassa määrin edustettuna. Yleisesti ottaen erikoistuneille alueille keskittyneet kiertotalousyritykset työllistävät 2-3 kertaa suuremman määrään kiertotaloustyöntekijöitä kuin muille alueille keskittyneet yritykset. Tuotetussa lisäarvossa työntekijää kohden on selkeä ero erikoistuneiden alueiden hyväksi: lisäarvo on 129 000 € erikoistuneille alueille keskittyneissä yrityksissä ja 110 000 € muille alueille keskittyneissä yrityksissä.



Kuva 11. Kiertotalousyritysten lisäarvo/työntekijä ja kiertotaloustyöntekijöiden määrä eri sektoreilla suhteellisesti erikoistuneilla alueilla sekä vertailuryhmässä; alueelle keskittyneellä yrityksellä on vähintään 40 % työvoimasta ko. alueella. Lähde: oma laskenta, Tilastokeskuksen yritysaineisto sekä Orbis-yritystietokanta

6.3 Pääomasijoitukset kiertotalouden yrityksiin

Yrityksen kasvu vaatii lähes aina etupainoisia investointeja. Investoinnin voi rahoittaa yritys itse, mutta erityisesti nuorilla kasvuyrityksillä investoinnit rahoitetaan tyypillisesti pääomasijoituksilla. Muutamana viime vuotena tehdyt pääomasijoitukset ennakoivat siten lähivuosien odotettavissa olevaa (uuden) kiertotalouden yritystoiminnan kasvua.

Kiertotalouden yrityksiin yleisesti on tehty markkinaehtoisia sijoituksia sekä pääomasijoitusten että muiden omistusjärjestelyiden muodossa. Pääomasijoituksia tehtiin kiertotalouden yrityksiin vuonna 2018 n. 10 milj. € (16,5 milj. € vuonna 2017) ja muita omistusjärjestelyjä tehtiin n. 20 milj. € :lla (vain julkistetut järjestelyt). Yhteensä vuonna 2018 tehtiin siis n. 30 milj. € edestä transaktioita pääosin kiertotalouden pk-sektorin yrityksiin (julkiset lähteet, FVCA, 2018). Sijoituksia tyypillisesti

vivutetaan avustuksilla (Business Finland, ELY-keskukset, European Investment Bank) ja lainoilla (Business Finland, European Investment Bank, liikepankit), niin että yritysten käytettävissä oleva investointivara kasvaa 30–50 %.

Tyypillisesti omistajien ja/tai sijoittajien tuotto-odotus (arvonnousu) transaktioista (2018 yht. 30 milj. €) voi olla noin kaksin-kolminkertainen sijoitusta seuraavan 3–5 vuoden aikana. Suora tuotto-odotus muutaman viime vuoden aikaisista sijoituksista olisi siten n. 60–90 milj. €. Tällaisen tuoton mahdollinen vuotuinen arvonlisä kansantalouteen saattaa olla joitakin kymmeniä miljoonia euroja.

Kiertotalousyrityksiin tehdyt pääomasijoitukset muutaman viime vuoden aikana olivat kaiken kaikkiaan vain muutama prosentti kaikista tehdyistä pääomasijoituksista (v. 2018 kaikki pääomasijoitukset yhteensä 470 milj. €). Alhainen taso voi kertoa nuorten kiertotalousyritysten vähäisestä määrästä tai vaikeasta rahoitettavuudesta (pitkät takaisinmaksuajat, uuden liiketoimintamallin riskit, uudenlainen tai haasteellinen ansaintalogiikka tms.). Kiertotalous ratkoo kestävyysliittymiä kysymyksiä monitahoisessa toimintaympäristössä uusien kokeilevien liiketoimintamallien ja tuoteratkaisuiden avulla, eikä niiden soveltamisesta ole välttämättä aiempaa näyttöä. Liikevaihdon kehittyminen voi myös olla liian hidasta pääomasijoituskriteereihin nähden, kun toiminnan kehittämisen yhteydessä vaaditaan voimakasta panostusta markkinan muovaamiseen ja systeemisen ajattelun sovittamiseen markkinaa. Rahoituskentällä ei yleensä ole riskinottomahdollisuutta tai -halua tällaisissa tilanteissa. Joidenkin materiaalikiertojen osalta säännellyssä toiminnassa voi perinteisen pääomasijoittajan sitouttaminen alkuvaiheeseen olla vaikeaa. Julkisen sektorin rooli kiertotalouden yritystoiminnan alkuvaiheen tukemisessa voi olla ratkaiseva. Esimerkiksi Valtion kehitysyhtiö Vake Oy:n rahoitusta voitaisiin suunnata nuorille ja innovatiivisille yrityksille kiertotalouden systeemistä muutosta tukevien ratkaisujen kehittämiseen.

Suuryrityksillä on usein mahdollisuus rahoittaa itse kiertotalouden investointeja. Niitä tulisi myös rohkaista toteuttamaan investointeja yhdessä pk-yritysten kanssa. Suuret yritykset hyötyvät uudistavasta ajattelusta ja ideoista, joita pk-yritykset voivat parhaimmillaan tuoda, sekä pk-yrityksen keskittyneestä osaamisesta kapeassa sektorissa. Toisaalta pk-yritykset hyötyvät vahvan toimijan verkostoista ja teollisesta osaamisesta.

7 Ekosysteemit edistävät kiertotaloutta

Tässä luvussa analysoidaan materiaalikiertotalouden ekosysteemien toimintaa ja kuvataan niiden roolia kiertotalouden edistämisessä esimerkki-ekosysteemien kautta. Analyysin perusteella esitetään kolme tyyppiekosysteemiä ja ehdotetaan niitä tukevia toimenpiteitä.

Suomessa toimii joitakin kymmeniä **kiertotalouden ekosysteemejä**, jotka ovat pääosin kierrätyspuistoja ja vähäisemmässä määrin muita kiertotalouden yritysklustereita. Näistä valittiin seitsemän erilaista ekosysteemiä tarkasteluun. Ekosysteemeillä ei yleensä ole yhteistä liiketoimintasuunnitelmaa tai visiota, vaan yhteistoiminta liittyy valikoitujen materiaalivirtojen eri jakeiden hyödyntämiseen modulaarisesti. Yhteistoiminnan tiivistämisellä yhteisen toimintasuunnittelun kautta olisi etua. Yksi tutkituista ekosysteemeistä oli edennyt liiketoimintasuunnitelman kautta yhteisyrityksen perustamiseen sivuvirran hyödyntämiseksi.

Alueellisista vahvuuksista ponnistavilla ekosysteemeillä on aluekehittämisestä lähteviä suunnitelmia, joiden toteutusta orkestroi paikallinen kehitysyhtiö. Haasteena on liiketoiminnan kasvattaminen ja ulottaminen alueellisesta valtakunnalliseksi ja kansainväliseksi sekä osajien ja yritysten houkuttelevuus alue-ekosysteemeihin. Ekosysteemit hyötyisivät alueellisesta erikoistumisesta ja matalan kynnyksen pilotointi- ja kokeilutoiminnan palveluista sekä end-of-waste neuvonnasta.

Kiertotalouden visionäärisillä ekosysteemeillä ei ole varsinaista orkestraattoria, vaan toiminta tapahtuu kehityksen alkuvaiheessa pienempien yritys- ja tutkimusklustereiden voimalla projektimuotoisena,

haastekeskeisesti ja ei-hierarkisesti. Yhteinen tahtotila on vahva. Haasteena on perinteisen markkinan haastamiseen tarvittavien resurssien ja investointirahoituksen hankkiminen. Ekosysteemit hyötyisivät matalan kynnyksen pilotointi- ja kokeilutoiminnan palveluista ja tuesta kokonaisuuden orkestrointiin. Ekosysteemien kasvuyritykset kaipaavat rahoitusta ja TKI-tukea.

Teollisuuden vahvojen vetureiden ekosysteemejä ohjaa veturiyrityksen perinteinen ydinliiketoiminta, joka yleensä ei ole kiertotaloustoimintaa. Ekosysteeminen toiminta on alihankintaverkostomuotoista. Haasteena on toiminnan uudistaminen, kun veturiyritys on ankkuroitunut perinteiseen liiketoimintaan ja -malleihin. Ekosysteemit hyötyisivät toimista, joilla innovatiivisia startup- ja pk-yrityksiä tuodaan tasaveroiseen kumppanuuteen uudistamaan toimintaa oman keskittyneen erikoisosaamisensa avulla. Pienet yritykset hyötyisivät myös kohdennetusta kasvurahoituksesta.

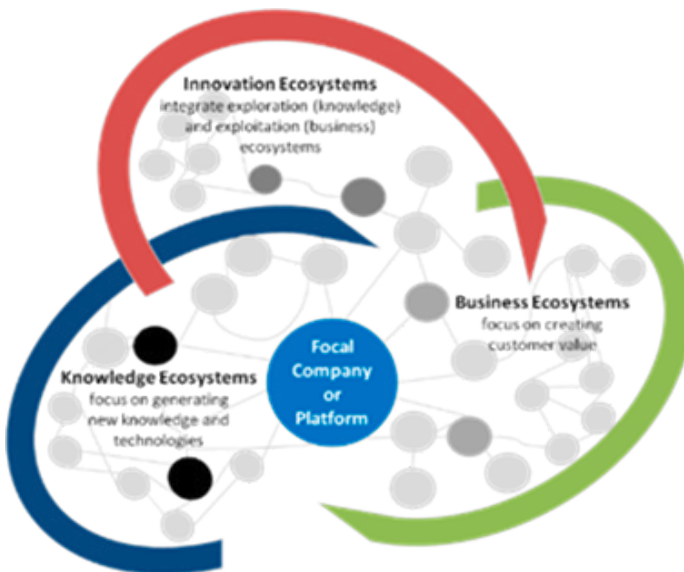
Kansantalouden kannalta teollisuuden vahvojen veturien ekosysteemit ovat tärkeitä, koska niillä on mahdollisuus saada pelkästään ison volyymin materiaalivirtojen resurssitehokkuutta parantamalla tuntuvaa vaikutusta kansantalouteen ja hiilitaseeseen. Resurssitehokkuuden parannukset eivät kuitenkaan riitä kiertotalouden systeemisen muutoksen toteuttamiseksi, vaan avuksi tarvitaan alueellisten ekosysteemien ratkaisuja ja kuluttajia lähellä olevaa toimintaa. Visionääriset kiertotalouskonseptit ja niitä kehittävät ekosysteemit luovat uudenlaisen arvonluonnin mahdollisuuksia ja kansainvälistä kasvua.

7.1 Ekosysteemisen toiminnan motivaatio

Ekosysteemit ovat perinteisiä liiketoimintaklustereita tiiviimpiä verkostoja, joissa avoimuus, vuorovaikutus ja keskinäisriippuvuus ovat tavanomaisia verkostoja ja klustereita voimakkaampia (Kaihovaara ym 2016). Ekosysteemisen toiminnan lähtökohtana on nopeuttaa innovaatioiden syntymistä ja uusien mahdollisuuksien hyödyntämistä yhteistyön avulla. Tavoitteena on ylivoimainen systeemi, jonka kilpailuetua on vaikea kopioida ulkopuolelta (Sitra, 2017).

Ekosysteemit on viime vuosina nähty innovaatio- ja liiketoiminnan keskeisinä yksiköinä ja niitä on tutkittu monesta näkökulmasta (Smorodinskaya ym., 2017; Suominen, ym. 2019; Kaihovaara ym., 2016; Russell ym., 2011; Jacobides ym., 2018). Ekosysteemien toiminta parhaimmillaan on kerroksellista, ts. organisaatiot toimivat samanaikaisesti sekä tiedon, innovaatio- että liiketoimintaekosysteemeissä (kuva 11). Samalla toimijalla voi olla eri rooli ja tavoitteet eri ekosysteemeissä ja sitä myötä myös yhteistoiminta muiden organisaatioiden kanssa vaihtelee (Valkokari, 2015; 2019). Kerroksellisuutta tarvitaan, kun halutaan tehdä monen toimijan yhteistyönä systeeminen muutos.

Kiertotalouden systeemisen muutoksen aikaansaamiseen tarvitaan yhteistyötä sekä perinteisen teollisuuden kanssa liiketoimintaekosysteemeissä että perinteisen tuotepohjaisen arvoketjun ulkopuolella innovaatioekosysteemeissä uusien toimijoiden kanssa. Eteenpäin katsominen on muutosvaiheessa tärkeää, ja tutkimuksella ja tiedolla on tässä tärkeä rooli. Ekosysteemi voi parhaimmillaan olla kiertotalouden datan, tiedon, osaamisen ja materiaalistien resurssien (materiaalit, energia, rahoitus jne.) markkinapaikka ja uusien liiketoimintamahdollisuuksien hautomo.



Kuva 12. Ekosysteemisen toiminnan kerroksellisuus (Valkokari, 2015)

7.2 Ekosysteemisen toiminnan arviointikehikko

Ekosysteemisen toiminnan toteutumista voidaan arvioida ekosysteemikirjallisuuden pohjalta kiertotalouteen soveltaen. Hankkeen tarpeisiin kehitettiin arviointikehikko, jossa on seitsemän peruselementtiä. Näitä ovat jaettu visio (miksi), monitoimijuus ja dynaamisuus (kuka), modulaarisuus ja resurssivirrat (mitä), sekä kerroksellisuus ja ei-hierarkisuus (miten).

MIKSI — Jaettu visio. Jokaisella toimijalla on omat tavoitteensa, joiden toteuttamiseen haetaan vahvuutta yhteistoiminnasta. Synergiaedut ja toimintarisien pienentäminen antavat ekosysteemille ja sen toimijoille syyn tavoitella yhteistä tulevaisuutta ja liiketoimintaa. Tarvitaan kuitenkin yhteinen suunta ja näkemys. Ekosysteemeissä myös kilpailijat voivat tehdä yhteistyötä (Kaihovaara ym., 2017).

KUKA — Monitoimijuus ja dynaamisuus. Asiakkaat ovat entistä vaativampia ja tarvittavat ratkaisut entistä monimutkaisempia ja erikoistuneempia. Ekosysteemin laajalla toimijajoukolla on monipuolista osaamista, kontakteja sekä resursseja. Toimija voi luottaa siihen, että asiakkaan tarpeisiin vastaukseksi löytyy tarvittavia resursseja ja parasta osaamista. Monimutkaisessa toimintaympäristössä ekosysteemit mahdollistavat innovatiivisen ja ketterän toiminnan. Ekosysteemit ovat dynaamisia, ajassa muuttuvia kokonaisuuksia, joiden kehittymiseen vaikuttavat toimijoiden välisen vuorovaikutuksen avoimuus ja keskinäinen luottamus. (Moore, 1993)

MITÄ — Modulaarisuus ja resurssivirrat. Modulaarisuus eli tuotteiden ja palveluiden rakentaminen eri toimijoiden tuottamien, ainutlaatuisella tavalla yhteen sovitettujen toimintojen varaan mahdollistaa korkean laadun ja lisäarvon palvelukokaisuudet ja tuo niihin joustavuutta. Yhdessä tuotetun ratkaisun tarjoaminen antaa toimijoille mahdollisuuden keskittyä omiin vahvuuksiinsa, myös niin että toiminta on mahdollista useammassa ekosysteemissä samanaikaisesti. Asiakkaan näkökulmasta ratkaisussa yhdistyy eri yritysten paras osaaminen.

Ekosysteemeissä toimijoita yhdistävät toisiinsa erilaisten resurssien virrat. Resursseja voivat olla ihmiset, tieto ja osaaminen sekä raha-, energia- materiaali- ja informaatiovirrat. Resurssivirrat mahdollistavat ekosysteemisen toiminnan, kun liiketoimintaa voidaan rakentaa muidenkin kuin omien rajallisten resurssien päälle. Resurssien yhdistäminen edellyttää vuorovaikutusta.

MITEN — Kerroksellisuus ja ei-hierarkkisuus. Ekosysteemien kerroksellisuudella tarkoitetaan sitä, että toimijat osallistuvat yhtäaikaaisesti tiedon, innovaatio- ja liike-toiminnan verkostoihin, joiden avulla ekosysteemin kyky uudistua säilyy ja toimija varmistaa tulevaisuuden arvonluontimahdollisuudet. Tiiviin yhteistyön myötä saavutettu luottamus helpottaa toisistaan riippuvien tehtävien koordinoimista sekä eri toimijoiden välistä liiketoimintaa. Onnistunut yhteistyö ei ole helposti korvattavissa, mikä lisää yksittäisen toimijan ja koko ekosysteemin kilpailuetua ja erottautumista markkinoilla. Teknologia, varsinkin digitaaliset alustat, voi tukea toimintaa. Ekosysteemin johtaminen on ei-hierarkista, joka tekee ekosysteemistä nopeamman ja tehokkaamman, ja sen mahdollisuus tarttua uusiin mahdollisuuksiin paranee.

7.3 Kiertotalouden ekosysteemit Suomessa

Suomessa toimii useita kymmeniä kiertotalouteen tähtääviä ekosysteemejä tai yritysverkostoja. Suurin osa liiketoiminnallisista ekosysteemeistä on alueellisia kunnallisen jätehuollon ympärille rakentuneita kierrätyspuistoja, mutta myös muuta ekosysteemistä kiertotalouteen liittyvää toimintaa on käynnissä. Tutkimuskohteeksi valittiin seitsemän liiketoiminnallista tai siihen tähtäävää ekosysteemiä. Ekosysteemit valittiin niin, että ne edustavat erilaista kiertotalouden toimintaa (eri toimialat, maantieteellinen sijainti, koko ja kypsyy). Käytetyt tutkimusmenetelmät, haastattelujen kysymysrunko ja yksittäisten ekosysteemien kuvaukset esitetään liitteissä 4 ja 8–12.

Tutkimukseen valitut ekosysteemit olivat:

1. Napapiirin kiertotalouspuisto (liite 8): Rovaniemen kunnallisten jäte-, jätevesi-, ja energiayhtiöiden yhteinen paikallinen kiertotalouspuisto ja yhteistyö ympäröivien yritysten kanssa. Tuotteina ovat mm. lannoite-tuotteet.
2. Kemi-Tornion metalliteollisuuden ekosysteemi (liite 9): Outokumpu Oy:n Tornion tehtaan ympärille syntynyt metallinjalostuksen alihankkija- ja yritysverkosto, jota koordinoi kehitysyhtiö Digipolis Oy. Verkostossa syntyy sivuvirtoja, joita muut toimijat voivat hyödyntää.
3. Äänekosken metsäteollisuuden ekosysteemi (liite 10): Metsä Groupin sellutehtaan ympärille syntynyt teollisten toimijoiden ja kaupungin yri-

tystoimijoiden keskittymä. Verkostossa syntyy sivuvirtoja, joita muut toimijat hyödyntävät lannoitteiksi, energiaksi ja muiksi tuotteiksi.

4. Palopuron agro-ekologinen symbioosi (liite 11): Helsingin yliopiston konseptiin pohjautuva Knehtilän tilan, Nivos Energian ja muiden paikallisten toimijoiden yhteisyritys ja siihen liittyvät paikalliset muut yritykset ja tilat. Symbioosissa valmistetaan liikennepolttoainetta ja ravinteita.
5. Eco3 teollisuuspuisto (liite 12): Nokian alueellinen kiertotalouden ja yritystoiminnan keskittymä, jota koordinoi kaupungin kehitysyhtiö Verte Oy. Toimijat muodostavat pienehköjä melko itsenäisiä toimintaytimiä erilaisten materiaalikiertojen ympärille.
6. EcoSairilan kiertotalouspuisto (luku 8.1): Mikkelin kunnallisten jäte-, jätevesi- ja energiayhtiöiden yhteinen paikallinen kiertotalouspuisto, jonka ytimenä on uusinvestointi jäteveden puhdistuslaitokseen sekä sen tuomat uudet liiketoiminnan mahdollisuudet. Toimintaa koordinoi kaupungin kehitysyhtiö Miksei Mikkeli Oy. Puistossa valmistetaan puhdasta kierrätysvettä, lannoitteita ja muita kierrätystuotteita.
7. Tekstiilikierrätyksen ekosysteemi (luku 8.2): Lounais-Suomen Jätehuollon, VTT:n ja pk-yritysten käynnistämä toiminta ja keskittymä, joka on projektimuotoisena lähtenyt ratkomaan tekstiilijätteen kierrätystä, keräyksestä lajittelun kautta prosessointitekniikoihin ja tuotteisiin.

7.4 Kiertotalousekosysteemien toiminnan analyysi

Kiertotalouden ekosysteemejä voidaan tarkastella yksittäisten yritysten ja ekosysteemien näkökulmista. Tähän tarkasteluun valittujen ekosysteemien toimintaa on analysoitu laaditun arviointikehikon avulla erityisesti ekosysteeminäkökulmasta (taulukko 6).

MIKSI — Jaettu visio. Jaettu visio syntyy toimijoiden yhteistyönä ja sopivan tahon orkestroimana. Tarkastelluissa ekosysteemeissä toimijat pääsääntöisesti mielsivät kuuluvansa ekosysteemiin, mutta joukossa oli kuitenkin myös yksittäisten yritysten edustajia, jotka eivät tunnistaneet omaa yritystään ekosysteemin osaksi eivätkä tunneneet muita toimijoita, erityisesti jos ekosysteemeissä ei ollut varsinaista orkestroijaa. Pääsääntöisesti ekosysteemeiltä puuttui selkeä, yhdessä kehitetty visio ja konkreettinen tavoite. Tästä on poikkeuksena Palopuron ekosysteemi, jossa kiertotalouden toiminta on konkretisoitunut yhteisyritykseksi liiketoimintasuunnitelmineen.

Myös Eco3:n ja EcoSairilan ekosysteemeissä on pyritty luomaan visio ja liiketoimintaa on suunniteltu, mutta koska tavoitteet lähtökohtaisesti kiinnittyvät ensisijaisesti aluesuunnitteluun ei varsinaista yhtenäistä liiketoimintasuunnitelmaa ole kenties tarpeellista tai mahdollistakaan rakentaa. Kaikilla ekosysteemeillä on hyvä tahtotila yhteiseen toimintaan, mutta ekosysteemin liiketoimintaa ei ole yleensä mietitty kokonaisvaltaisesti kiertotalouden näkökulmasta.

Yritysten sisällä kiertotalous ei pääsääntöisesti ole aidosti läsnä kaikilla strategian tai toiminnan tasoilla, vaan toteutus vaikuttaa lähtevän tapauskohtaisesti käytännön kierrätystoiminnasta ja siihen liittyvästä yhteistyöstä. Jos kiertotaloutta ei nähdä yrityksen ydintoimintana ja yrityksen mittarit seuraavat vain tämän päivän taloudellista toteumaa, kiertotalous jää yksittäisten materiaalivirtojen kierrätystoiminnaksi. Ekosysteemitasolla kiertotalous kuitenkin näyttäytyy nimenomaan toimijoita yhdistävänä tekijänä, ja ekosysteemeillä oli halua kehittää yhteistä toimintaa eteenpäin.

Jaetun vision puuttuminen liittyy rohkeuteen tehdä uusia asioita ja muuttua ja muuttaa markkinaa; yhteinen visio voi edistää ekosysteemin kasvua ja tuoda tarvittavaa kriittistä massaa toimintaan. Yhteinen visio myös sitouttaisi toimijoita ja tiivistäisi yhteistyötä. Vision ja toimintasuunnitelman pohjalta etenemistä voitaisiin mitata ja seurata.

KUKA — monitoimijuus ja dynaamisuus. Monituottajuus on toimintatapana kaikissa tutkituissa kiertotalousekosysteemeissä. Toimijat tietävät usein keskinäisistä riippuvuussuhteistaan ja myös kehittävät varsinkin kahdenkeskeistä toimintaansa yhdessä. Ekosysteemeissä oli klusterimaista kahden tai kolmen yrityksen yhteiskehitystä tai toimintaa. Monenkeskeinen toiminta vaatii kuitenkin luottamusta ja orkestrointia, erityisesti kun pyritään uuden liiketoiminnan käynnistämiseen ja innovaatioihin. Innovaatiokeskeisimmissä ekosysteemeissä olikin toimijoita tai orkestroijia, joiden vastuulla yhteisen toiminnan mahdollistaminen on (*Eco3, EcoSairila, Kemi-Tornio*). Jos tällaista toimijaa ei vielä ollut, sitä kaivattiin (*Rovaniemi, tekstiilikierätys*).

Yritykset tarttuvat liiketoimintamahdollisuuteen yleensä vain, jos toiminnan liiketoimintapotentiaali on riittävän suuri, ts. materiaalivirrat ovat riittävän suuria yrityksen liiketoiminnan (suunniteltuun) volyyymiin nähden, ja jos materiaalin saatavuus on riittävän vakaalla pohjalla myös tulevaisuudessa. Koska materiaalien kiertotaloustoiminta edellyttää yleensä isoja, pitkävaikuttavia investointeja ja sitoutumista,

tietynlainen dynaamisuus ei ole aina mahdollista. Monitoimijuus ja yhteinen liiketoiminta voi laskea investoinnin riskejä. Haastattelujen pohjalta dynaamisuutta näyttäisi innovaatioon liittyvässä toiminnassa heikentävän myös julkisten toimijoiden päätöksenteon hitaus ja ensisijaisesti virheiden välttämiseen tähtäävä toimintatapa. Yritysten näkökulmasta markkinoille on päästävä nopeasti.

Kiertotalous myös nähdään ekosysteemeissä usein paikallisena toimintana. Paikallisuus voi kuitenkin rajoittaa ekosysteemin ketteryyttä ja kasvua, johon tosiasiassa globaalit markkinat ja kilpailu voimakkaasti vaikuttavat.

MITÄ — modulaarisuus ja resurssivirrat. Modulaarisuuden periaatetta toteutetaan jollakin tasolla kaikissa tutkituissa kiertotalousekosysteemeissä. Yksittäisen, ekosysteemin ulkopuolelle tarjottavan palvelun tai tarjoaman osalta toiminta ei välttämättä kuitenkaan näy modulaarisena tai yhteistoiminta ei tapahdu varsinaisessa tuotannon ketjussa. Ekosysteemien isojen yritysten toiminta rakentuu suurelta osin ei-uniikkien, kilpailutettujen moduulien varaan (Äänekoski, Kemi-Tornio). Tämä heikentää mahdollisuutta ekosysteemin yhteistä kilpailuetua luovaan uniikkiin arvontuontiin. Yksittäisen yrityksen näkökulmasta on kuitenkin luonnollista, että kiertotalouden toiminta ensisijaisesti rakentuu oman liiketoiminnan resurssitarpeiden lähtökohdasta. Toisaalta Palopurossa modulaarisuus ja yhteistoiminta on edennyt yhteisen yrityksen perustamiseen ja yhdessä omistettuun liiketoimintaan ja kokonaisuus on paikallisuuteen pohjautuen uniikki. Myös EcoSairilassa yritysten yhteinen omistajataho (kaupunki) on voinut tukea ekosysteemin yhteisen arvontuontia ja kiertotalouskokonaisuuden rakentamista.

Modulaarisuuteen liittyy myös kiertotalouteen liittyvän toiminnan ulkoistaminen. Kun materiaaleihin, energiaan yms. liittyvää toimintaa ei nähdä tarpeeksi houkuttelevaksi tai oma osaaminen puuttuu, se voidaan antaa muiden hoidettavaksi. Mahdollisuuksia tarjoutuu etenkin SME yrityksille, mutta tällöin kasvun mahdollisuudet voivat olla rajalliset.

Ekosysteemien resurssivirtoihin liittyvä yhteistoiminta painottuu tutkituissa ekosysteemeissä materiaalivirtoihin, mukaan lukien energiavirrat. Data ja tieto hyödynnettävinä resurssivirtoina jäävät taka-alalle, vaikka yleisessä keskustelussa nyt korostuukin ”data on uusi öljy”-retoriikka. Datan hyödyntämiseen pohjautuva materiaali-kiertotalouden liiketoiminta hakee vielä paikkaansa, vaikka aloitteita on tehtykin:

esimerkiksi Digipolis Kemi-Tornion ekosysteemin fasilitaattorina pyrkii rakentamaan alueellista materiaalitietopankkia.

Tuote palveluna ja alustapohjainen liiketoiminta liittävät materiaaliuotteeseen tiedon ja osaamisen kerroksia ja kasvattavat ideaalisti tuotteen asiakasarvoa. Materiaalikiertotalouden yritykset tunnistavat tuotteen palvelullistamisen ja alusta-ajattelun mahdollisuutena kasvuun, mutta tuotteistukseen asti näitä toimintamalleja on viety vain niukasti. Tekstiili kierron yritykset ovat olleet eturintamassa tekstiilien palvelullistamisessa, mutta joissakin kokeiluissa on jouduttu ottamaan aikalisää. Materiaalien tarjoaminen palveluna vaatiikin muutoksia ja yhteistyötä koko arvoketjussa. Nykyisten toimijoiden roolit voivat muuttua, kaikkia lineaariarvoketjun toimintoja ei välttämättä enää tarvita, ja toisaalta voidaan tarvita uusia palveluita ja toimijoita. Etenkin kuluttajarajapinnassa tuote palveluna-mallit vaativat selkeää asiakasarvon hahmottamista ja kommunikointia.

MITEN — kerroksellisuus ja ei-hierarkisuus. Kaikki tutkitut ekosysteemit tunnistavat tarpeen ulkopuolisiin resursseihin. Suuret yritykset voivat hankkia palveluita ja osaamista tukemaan omaa toimintaansa suoraan omista verkostoistaan Suomesta tai muualta, eivätkä ne välttämättä koe tarvitsevänsä fasilitaattoreiden tai ekosysteemin tukea. Pienemmille ekosysteemiyrityksille fasilitointi tuo arvokasta tukea juuri innovaatio- ja tutkimusverkostojen ja käytännön avun muodossa. Kehittyville ekosysteemeille sekä tiedon, innovaation että liiketoiminnan ekosysteemiverkostot ovat kuitenkin välttämättömiä, riippumatta yrityksen omista resursseista.

Kaikissa tutkituissa ekosysteemeissä tehtiin tai oli kontakteja tutkimukseen, joko yritysten omassa organisaatiossa tai yliopisto-, AMK- tai tutkimuslaitosyhteistyön kautta. Suurin osa yrityksistä hyödyntää alueellista, valtakunnallista tai EU-innovaatiotukea ja verkostoja. Kaikilla tutkituilla yksittäisillä teknologiayrityksillä on joitakin patentteja ja/tai liikesalaisuuden piirissä olevia ratkaisuja, jotka ovat yrityksen oman toiminnan pohjana, erityisesti pk-yrityksillä. Ekosysteemitasolla teknologiset innovaatiot eivät pääosin ole yhteisen kilpailuedun muodostumisen keskiössä, vaan kilpailuetua haetaan enemmän paikallisten materiaalivirtojen kustannustehokkaasta hyödyntämisestä. Tästä poikkeuksena on tekstiili kierrätyksen ekosysteemi, jonka kilpailuetuna on eri toimijoiden yhdistetty osaaminen, verkosto ja kokonaiskonsepti.

Yksittäisen toimijan mahdollisuus tehdä ekosysteemin tavoitteiden mukaisia omia nopeita päätöksiä on riippuvainen ekosysteemin rakenteesta. Teollisissa olemassa

olevissa liiketoimintaekosysteemeissä pienemmät yritykset ovat riippuvaisia veturiyrittäjien prosesseista ja päätöksenteosta. Muotoutuviissa innovaatiolähtöisissä ekosysteemeissä hierarkiaa ei ole ja pienilläkin yrityksillä on mahdollisuus vaikuttaa yhteisiin ratkaisuihin ja toimintaan. Isojen, perinteisten toimijoiden on myös hankala luopua aikaisemmista toimintatavoista ja avata toimintaansa ulospäin.

Taulukko 6. Analyysi ekosysteemien toiminnasta peruselementtien pohjalta (lähde: ekosysteemihaastattelut).

Ekosysteemisen toiminnan elementti	Päähavainnot ekosysteemeissä
<p>MIKSI</p> <p>Jaettu visio: toimijoilla syy toimia yhdessä ja yhteinen kuva arvonnunista tulevaisuudesta.</p>	<p>Kaikissa tutkituissa ekosysteemeissä on ainakin joitain toimijoita, jotka mieltävät kuuluvansa ekosysteemiin verkostoon, mutta selkeä, yhdessä kehitetty ekosysteemitasoinen liiketoimintavisio tai toimintasuunnitelma yleensä puuttuu. Ilman selkeitä strategisen tason kiertotalousliiketoiminnan kasvutavoitteita ja niiden näkymistä toiminnan mittareissa kiertotalous helposti jää sivurooliin. Yhteisen suunnan puuttuminen heikentää ekosysteemin mahdollisuuksia kasvaa osiensa summaa merkittävämmäksi kokonaisuudeksi. Yhteinen visio ja kommunikointi voi parhaimmillaan olla myös työkalu markkinan muokkaamiseen ja pientoimittajaroolin ja -riskin hallintaan markkinoille mentäessä. Ekosysteemit eivät kuitenkaan ole täysimittaisesti hyödyntäneet yhteistä visiota ja brändäys-mahdollisuutta liiketoiminnan kehittämisessä.</p> <p>Osa ekosysteemeistä tähtää ensisijaisesti veturiyrittäjien liiketoiminnan kasvuun, osa lähtee alueen kehittämistavoitteista ja osa ratkoo kestävyyshaastetta aluetasoa laajemmalla tai valtakunnallisella tähtäimellä.</p> <p>Yritystasolla kiertotaloutta ei tyypillisesti ole johdettu strategisesti yrityksen kaikkien toimintojen läpi.</p>
<p>KUKA</p> <p>Monitoimijuus: toimijat ovat verkottuneet monenkeskeisesti ja toiminnot täydentävät toisiaan.</p> <p>Dynaamisuus: toimijat kehittävät ja kehittyvät markkinoilla erikseen ja yhdessä, ja muuttuvat ja muuttavat sitä.</p>	<p>Monitoimijuuden merkitys korostuu kaikissa tutkituissa kiertotalousekosysteemeissä; toimijat usein tietävät riippuvuussuhteista ja myös kehittävät varsinkin kahdenkeskeistä toimintaansa yhdessä; toisaalta jotkin pk-yritykset eivät tunne kaikkia ekosysteemin yrityksiä ja yhteistoiminnan mahdollisuuksia. Monen keskeinen toiminta vaatii luottamusta ja orkestrointia ja voi rakentua vain yhteisille tavoitteille. Alueellisesti ekosysteemeissä on toimijoita, joiden vastuulla on yhteisen toiminnan mahdollistaminen (Eco3, EcoSairila), ja niitä, joissa vastaavaa toimijaa ei vielä ollut ja sitä kaivattiin (Rovaniemi, tekstiili). Koska kiertotaloustoiminta edellyttää usein isoja, pitkän aikavälin investointipäätöksiä, tietynlainen dynaamisuus ei ole aina mahdollista. Dynaamisuutta näyttäisi uusiin investointeihin liittyvässä toiminnassa vaikeuttavan julkisten toimijoiden hitaus, virheiden välttämisen toimintakulttuuri ja alhainen riskinotto-kyky. Samaan aikaan kiertotalous nähdään usein paikallisena toimintana, mutta todellisuudessa globaalit markkinat, regulaatio ja kilpailu huojuttavat myös sitä – näihin markkinan muutoksiin kaikki toimijat eivät selkeästi ole varautuneet.</p> <p>Isojen pörssilistattujen yritysten toiminta pohjautuu isojen ja pitkäikäisten investointien hyödyntämiseen (suuren volyymin materiaali-prosessit) ja yritysten on vaikeaa luopua aikaisemmista toimintatavoista tai tehdä muutoksia liiketoiminnassaan. Isot yritykset hyötyisivät tiiviimmästä yhteistyöstä kiertotalouden startup-yritysten kanssa; sen avulla olisi mahdollisuus nopeuttaa ydinliiketoiminnan ulkopuolista innovaatiota ja yrityksen siirtymää kiertotalouteen. Ydinliiketoimintaan ne eivät tarvitse ekosysteemiä vaan löytävät tarvittavat resurssit alihankintaverkostoistaan.</p>

Ekosysteemisen toiminnan elementti	Päähavainnot ekosysteemeissä
MITÄ Modulaarisuus: kehitettävät ratkaisut täydentävät toisiaan ja niistä muodostuu uniikki kokonaisuus. Resurssivirrat, tehokkuus ja arvonnäkö: Vuorovaikutus ekosysteemeissä auttaa yhdistämään resursseja ja hyödyntämään niitä ristiin	<p>Modulaarisuutta toteutetaan jollakin tasolla kaikissa tutkituissa kiertotalousekosysteemeissä. Yksittäisen, ekosysteemin ulkopuolelle tarjottavan palvelun tai tarjoaman osalta toiminta ei välttämättä kuitenkaan näy modulaarisena tai yhteistoiminta ei tapahdu tuotannon ketjussa. Ekosysteemien toiminta rakentuu suurelta osin ei-uniikkien, kilpailutettujen modulien varaan (Äänekoski, Kemi-Tornio). Tämä heikentää mahdollisuutta yhteistä kilpailuetua luovaan arvonnäköön. Resurssivirrat mielletään edelleen pääosin materiaaliavirtoina, erityisesti jäte- ja sivuvirtoina. Data ja tieto resursseina jäävät taka-alalle. Isoihin kiertotalouden yrityksiin ”As-a-service” ja alusta-ajattelu ovat osittain jalkautuneet ja ne nähdään kasvun työkaluina, mutta markkinat eivät vielä ole esimerkiksi rakennustoimialalla ottaneet tarjottuja alustoja tai toimintatapoja omakseen. Tiedon jakaminen on niukkaa, ja erityisesti materiaaliavirtojen jakamisessa ollaan varovaisia: tietoa sivu- tai jäteläpistä ei uskalleta julkistaa tai jakaa ekosysteemin sisälläkään muutoin kuin kahdenvälisenä luottamuksellisenä tietona. Yritykset pohtivat parhaillaan tiedon jakamisen hyötyjä ja haittoja. Erityisesti suuryrityksillä tiedon pitäminen itsellä on syvällä toimintakulttuurissa. Jos kiertotaloutta ei nähdä tarpeeksi houkuttelevana liiketoimintana, se mielellään ”ulkoistetaan” ja annetaan muiden hoidettavaksi, joka toki tuo mahdollisuuksia pk-yrityksille, mutta tällöin ekosysteemin kasvun mahdollisuudet ovat rajalliset.</p>
MITEN Kerroksellisuus: Toimijat voivat jakaa ja yhdistää ekosysteemin resursseja ja jalostaa niistä uutta arvoa. Innovaatio-, liiketoiminta- ja tietoekosysteemien elementit kerrostuvat. Ei-hierarkisuus: Toiminnan hajautettu päätöksenteko ja ei-hierarkisuus tuo nopeutta ja tukee yhteistyötä.	<p>Kaikissa ekosysteemeissä tutkimuksella ja tiedolla on merkittävä rooli uuden liiketoiminnan kehittämisessä. Erityisesti tekstiilikiertäytymisen ekosysteemi on innovaatiolähtöinen. Yksittäisillä teknologiayrityksillä kaikissa ekosysteemeissä on joitakin patenteja ja liikesalaisuuden piiriin kuuluvia ratkaisuja, jotka ovat yrityksen oman kilpailuedun pohjana, erityisesti pk-yrityksillä, mutta ekosysteemitasolla innovaatiot eivät ole kilpailuedun muodostumisen keskiössä, vaan kilpailuetua haetaan enemmän paikallisten materiaaliavirtojen kustannustehokkaasta hyödyntämisestä. Erityisesti suuret yritykset hakevat tietoa ja osaamista myös verkoston ja Suomen ulkopuolelta. Kaikki tutkitut ekosysteemit tunnistivat tarpeen myös ekosysteemin ulkopuolisiin resursseihin.</p> <p>Yksittäisen toimijan mahdollisuus tehdä yhteisen vision mukaisia omia nopeita päätöksiä ei noussut esille tutkituissa ekosysteemeissä, mahdollisesti koska yhteinen visio ei ollut vielä ekosysteemeissä tarkentunut. Koska ekosysteemit ovat vielä melko löyhä Palopuron symbioosisi lukuun ottamatta yritykset tekevät päätöksiä itsenäisesti.</p>

7.5 Kolme tyyppiekosysteemiä

Analyysin pohjalta ekosysteemit jaettiin kolmeen tyyppiin (kuva 12): Teollisuuden vahvojen veturien ympärille rakentuneet ekosysteemit, Kiertotalousvisioon nojautuvat ekosysteemit ja Alueellisista vahvuuksista ponnistavat ekosysteemit. Tyyppiekosysteemejä yhdistävät samankaltainen toiminnan motivaatio (miksi), toimintamalli (kuka ja mitä) ja toimintatavat (miten).

Teollisuuden vahvojen veturien ympärille rakentuneiden ekosysteemien perustana on olemassa oleva teollisen mittakaavan tuotanto, jonka sivuvirtojen hyödyntämisen ympärille on syntynyt innovaatiotoimintaa, startup-yrityksiä ja pk-yritysten liiketoimintaa. Esimerkkejä tällaisista ekosysteemeistä ovat muun muassa Äänekosken metsäteollisuusekosysteemi sekä Kemi-Tornion metalliteollisuuskeskittymän ympärille muodostuneet ekosysteemit. Tämän tyyppin ekosysteemien vahvuutena on veturiyrityksen vahva, lähtökohtaisesti kansainvälinen liiketoiminta, teollinen osaaminen ja investointikyky. Heikkoutena puolestaan on, että kiertotalous on tyypillisesti veturiyritykselle sivutoimintaa, minkä vuoksi panostukset kiertotalouden lähtökohdista uudistavaan, käänteentekevään arvonaluontiin ja innovointiin jäävät vähäisiksi, ja toiminta kilpistyy helposti perinteiseksi olemassa olevien prosessien materiaalitehokkuuden edistämiseksi. Tämä on itsessään myös tärkeä tavoite ja saattaa tuoda nopealla aikataululla myös liiketoiminnan kasvua, mutta toimintatapoja uudistavaa se ei kuitenkaan pitkällä tähtäimellä ole. Suuret veturiyritykset ovat yleensä myös pörssiyrityksiä ja tyypillisesti hitaita ja varovaisia vetureita. Tiedon jakaminen ulospäin voi olla rajoitettua, jolloin ekosysteemissä on vaikeaa rakentaa yhteistä visiota. Ekosysteemin pienet toimijat ovat usein riippuvaisia veturiyrityksestä, ja niiden keskinäisen yhteistyön edistämiseksi ei löydy helposti luontevaa veturia, kun suuryritys ajaa ensisijaisesti ja vahvasti oman yrityksensä taloudellisia tavoitteita. Yksityisomisteisten teollisten (pk-)yritysten mahdollisuudet investoida visionäärisesti pitkän aikajänteen tuotto-odotuksella lienevät paremmat, mutta niiden investointikyvykkyys on yleensä alhaisempi.

Alueellisista vahvuuksista ponnistavien ekosysteemien vahvuutena ovat kiinteät kytkökset alueen julkisten toimijoiden ja elinkeinonharjoittajien välillä. Tähän ryhmään kuuluu keskenään erilaisia ekosysteemejä, mm. Nokian teollisen mittakaavan kiertotaloustoimintaan tähtäävä Eco3 teollisuuspuisto, Mikkelin uuden vedenpuhdistamon ympärille rakentuva EcoSairila tai Palopuron agro-ekologinen symbioosi. Alueellisten ekosysteemien toiminta nojaa alueelliseen kasvuvisioniin ja vahvuuksiin, ja sen tukena on usein kunnallisia kehitysyhtiöitä ja liikelaitoksia, jotka pystyvät pitkäjänteisesti fasilitoimaan yhteisen vision luontia, verkottamaan toimijoita ja tasoittamaan tietä muun muassa lupaprosesseissa. Alueellisten vahvuuksien päälle pyritään rakentamaan kasvualustaa liiketoiminnalle. Pitkäjänteisen paikallisen yhteistyön synnyttämä luottamus on vahvuus ja keskeinen kasvun elementti. Heikkoutena alueellisiin vahvuuksiin nojaavissa ekosysteemeissä puolestaan on helposti resurssien puute, kuten rajalliset materiaalivirrat ja rahoituksen puute. Myös kyky, halu ja mahdollisuus toiminnan kansainvälistämiseen ja globaaleille markkinoille

tähtäävien innovaatioiden kaupallistamiseen on rajallinen. Myös kasvuun tarvittavia kansainvälisiä osajia voi olla vaikea houkutella alueelliseen toimintaan mukaan. Näiden ekosysteemien haasteena on toiminnan kasvattaminen alueellisesta kansalliseksi tai kansainväliseksi.

Kiertotalousvisioon nojaavat ekosysteemit tähtäävät aivan uudenlaisen, kiertotalouskonseptiin nojaavan liiketoimintaekosysteemin rakentamiseen. Esimerkkejä tällaisesta ekosysteemistä ovat muun muassa kehitteillä olevat tekstiilikierätyksen ja akkukierätyksen ekosysteemit. Yhteinen tahtotila on voimakas ja ekosysteemeissä on goodwill-pääomaa sekä innostusta. Tarkastellut visioon nojaavat ekosysteemit ovat pääosin vielä innovaatioekosysteemejä ja kehityksensä alkuvaiheessa. Ekosysteemeissä kehittyi ideoita ja ratkaisuja sekä uusia yrityksiä niitä kehittämään. Tyypillisenä haasteena näillä ekosysteemeillä onkin innovaatioiden muuttaminen liiketoiminnaksi ja resurssien löytäminen yritysten välisen yhteisen arvonluonnin ja liiketoiminnan orkestrointiin. Näiltä alkuvaiheen visionäärisiltä ekosysteemeiltä puuttuu myös investointirahoitusta laitoksiin, joiden ympärille ekosysteemin toiminta voi rakentua (mm. tekstiilien mekaanisen käsittelyn laitos tai akkukemikaalitehdas). Toteutuessaan kiertotalousvisioon nojaavat ekosysteemit voivat tuottaa uudistavia, käännteentekeviä ratkaisuja, joilla on kansantaloudellista ja ylikansallistakin merkitystä. Niiden asema olemassa olevan systeemin haastajana on samalla kuitenkin niiden heikkous; perinteisten arvoketjujen muuttaminen vaatii ponnisteluja ja edelläkävijyyttä sekä asiakasmarkkinassa että lupakäytännöissä. Alkuvaiheessa yksittäisten yritysten haasteet ovat pitkälti samoja kuin yleisesti startup- ja kasvuyritysten haasteet: ratkaisun validointi markkinassa, uskottavuuden rakentaminen, skaalaus, rahoitus jne. Kiertotalouteen liittyvää lisähaastetta tuovat mm. jättepohjaisten materiaalien tuotteistukseen tarvittavan erikoisosaamisen puuttuminen, kierrätysraaka-aineiden saatavuus- ja laadunvaihtelukysymykset, uudentyyppisen toiminnan luvituksen hitaus, kierrätys- ja prosessointiteknologioiden kehittymättömyys ja tuoteturvallisuuskysymykset. Myös markkinahyväksynnän saavuttaminen uusille kiertotalouden liiketoimintamalleille vaatii aikaa ja pitkäjänteistä työtä ja rahoitusta.



Kuva 13. Kolme tyyppiekosysteemiä aineiston pohjalta.

Edellä kuvatut kolme ekosysteemityyppiä ovat nousseet käytännön haastatteluaineistosta. Tyypittelyt eivät ole toisiaan poissulkevia, vaan ekosysteemeissä voi olla piirteitä muidenkin tyyppiekosysteemien motivaatioista, toimintatavoista, mahdollisuuksista ja haasteista. Jaottelun avulla voimme tunnistaa toimet, joilla erityyppisten ekosysteemien haasteita voidaan ratkoa ja niiden kasvua voidaan tukea.

7.6 Kiertotalouden kasvua hidastavat ja vauhdittavat tekijät tyyppiekosysteemeissä

Kiertotaloutta toteuttavat yritykset harjoittavat liiketoimintaa julkisen sektorin ohjauksen (sääntely, verotus ym.), markkinoiden ja oman kyvykkyytensä asettamissa puitteissa. Ekosysteemitomijoiden ja erityisesti yritysten haastatteluista nousi esille hidasteina luvutukseen, sääntelyyn, verotukseen ja TKI-rahoitukseen liittyviä aiheita. Hidasteet ja niiden poistamiseksi ehdotetut toimet liittyivät usein erityisiin tiettyä sektoria tai tuoteryhmää koskeviin regulaatio- tai verotustoimiin. Jotkut esitetyistä toimista, esimerkiksi neitseellisten raaka-aineiden verotus, saattavat olla eri toimialoilla joko liiketoimintaa mahdollistavia tai sitä hidastavia, ja mahdollisten toimien vaikutukset eivät ole suoraviivaisia. Julkiseen TKI-rahoitukseen toivottiin pitkäjänteisyyttä ja mahdollisuutta rahoittaa myös kokeiluja ja investointeja. Luvituksen hitaus

ja eri viranomaisten epäyhtenäiset ohjeistukset sekä alueelliset erot tulivat esille hidasteina kaikissa ekosysteemeissä. Toimenpide-ehdotuksia ja tarpeita on koottu taulukkoon 7 ja liitteeseen 13.

Ekosysteemien toimijoiden näkökulmasta kiertotalouteen pohjautuvan liiketoiminnan kasvun kriittisiä menestystekijöitä ovat riittävä kiertotalousratkaisujen kysyntä ja tarjonta markkinoilla, raaka-aineiden saatavuus ja hyödynnettävyys, ratkaisun käänteentekevyys ja kilpailuetu, yrityksen kasvuhalu ja -kyky, riittävä (teollinen) mittakaava sekä aidosti ekosysteeminen toimintatapa. Vaikka nämä menestystekijät ovat tärkeitä kaikessa liiketoiminnassa, näistä markkinoihin, raaka-aineisiin sekä ekosysteemit toimintaan liittyvät tekijät ovat erityisen kriittisiä kiertotaloudessa. Kysyntään ja tarjontaan vaikuttavat ratkaisun hyväksyttävyys markkinoilla ja tuotteen laatu kysymykset. Liiketoiminnan suurimpana haasteena ovat kierrätysraaka-aineen saatavuus ja laatu, joka vaihtelee huomattavasti enemmän kuin neitseellisellä raaka-aineella. Käytettävän raaka-aineen laatu vaikuttaa suuresti teknologiakehitykseen ja tuotteiden jatkojalostusmahdollisuuksiin.

Vaikka menestys viime kädessä on yritysten ja ekosysteemien oman toiminnan tulosta, voidaan näitä menestystekijöitä tukea myös julkisen sektorin toimilla. Kiertotalouden tueksi on ehdotettu taloudellisia kannustimia, sääntelyohjausta ja informaatio-ohjauksen keinoja. Ehdotettuja poliittisen ohjauksen tukitoimia ovat olleet kiertotalouteen suunnatut pilotointi- ja investointituet, pitkäjänteinen tutkimusrahoitus, julkiset kiertotaloutta tukevat hankinnat, ekosysteemi-fasilitoinnin tukeminen sekä neitseellisten raaka-aineiden verotuskäytännöt (liite 10).

Taulukko 7. Tyypiekosysteemien ominaispiirteet, mahdollisuudet, haasteet ja kehittämistoimet (lähde: haastattelut).

	Vahvojen teollisten veturien ekosysteemit	Alueellisista vahvuuksista ponnistavat ekosysteemit	Kiertotalousvisioon nojaavat ekosysteemit
Ominaispiirteet	Perustana on olemassa oleva teollisen mittakaavan tuotanto, jonka sivuvirtojen hyödyntämisen ympärille on syntynyt innovaatiotoimintaa, startup-yrityksiä ja pk-yritysten liiketoimintaa.	Tavoitteena on alueellinen kasvu ja alueellisten resurssivirtojen hyödyntäminen. Kytkökset alueen julkisten toimijoiden ja elinkeinonharjoittajien välillä ovat kiinteät ja toiminta rakentuu keskinäiselle luottamukselle.	Tähtäävät aivan uudenlaisen, kiertotalouskonseptiin nojaavan liiketoimintaekosysteemin rakentamiseen; innovaatiolähtöisiä ekosysteemejä
Mahdollisuudet	Ison volyymin sivuvirrat, joiden varaan voidaan rakentaa uutta omaa tai ekosysteemistä liiketoimintaa. Globaali toiminta ja kokemus teollisesta toiminnasta mahdollistavat yhteistyökumppaneiden nopean oppimisen ja markkinoille pääsyn.	Alueelliset ekosysteemit ovat paikallisesti tärkeitä kasvun aikaansaajia ja synnyttävät uusia liiketoimintamahdollisuuksia. Luottamus ja avoimuus avaa uusia materiaalien hyödyntämiskelpoja. Paikalliset materiaalikierrot voivat skaalautua toimintatapana valtakunnallisesti ja voivat olla transition keskeisiä tekijöitä - "think globally, act locally!"	Synnyttää uudistavia, käänteentekeviä ratkaisuja, joilla on kansantaloudellista ja ylikansallistakin merkitystä; kasvualusta uudelle yritystoiminnalle uusista markkinatarpeista lähtien
Haasteet	Uudistuminen ja uusien ideoiden hyödyntäminen, kiertotalousajattelun johtaminen organisaatioiden läpi, toimintakulttuurin luominen pienten ja suurten yritysten yhteistyölle	Liiketoiminnan kasvattaminen alueellisesta valtakunnalliseksi tai kansainväliseksi, osaajien houkutteleva alue-ekosysteemiin, rajalliset resurssivirrat, etäisyys tuotemarkkinoihin, aluekeskeisyys	Orkestroinnin puute; vision kehittäminen liiketoiminnaksi; investointien rahoitus; vallitsevan toimintatavan ja arvoketjun muuttaminen
Toimenpiteet	TKI-tuki public-private-partnership- toiminnalle, kannustimet tasavertaiselle startup-veturiyrittäjäkumppanuudelle, kohdennettu startup- ja kasvuyritysrahoitus kiertotalouteen	Tuonti- ja vientiluvituksen helpottaminen ja lähialueiden yhteistyökokeilut, pilotoinnin tuki, kohdennettu startup- ja kasvuyritysrahoitus, end-of-waste ym. menettelyiden neuvontapalvelu, alueellisen erikoistumisen tuki	Orkestroinnin tuki, kohdennettu startup- ja kasvuyritysrahoitus, pilotoinnin tuki, teollisen toiminnan investointituet
Merkitys kansantaloudessa	Aidot kumppanuudet voivat tuoda merkittäviä kansantaloudsvaihtokutsia	Alueellinen merkitys suuri työllisyyden ja elinvoiman ylläpitäjänä, selkeä positiivinen vaikutus hiilitaseeseen ja kansantalouteen, systeemisen muutoksen moottori	Tarvelähtöinen ratkaisukeskeinen liiketoiminta tuottaa skaalautuvia mahdollisuuksia, joilla on merkittävä vientipotentiaali, kansantaloudellinen hyöty näkyy BKT:n kasvuna ja vaihtotaseen parannuksena

Kiertotalouden ekosysteemien kehittäminen edellyttää toimia yksittäisen toimijan tai yrityksen tasolla, koko ekosysteemin tasolla, sekä toimialojen ja sektorien tasolla.

Ekosysteemit voivat oikein viritettyinä olla systeemisen muutoksen välineitä eri materiaalikiertoissa. Kansallisesti siirtymää kiertotalouteen voidaan aidosti edistää vain, mikäli ekosysteemeillä on jaettu visio tai suunta, joka mahdollistaa ekosysteemin toimijoiden synergistisen toiminnan.

Julkinen sektori voi tukea yrityksiä ja ekosysteemejä eri rooleissa innovaatiopolitiikan keinoin ja tukemalla alueiden erikoistumista (kuva 14). Velvoittava sääntely ja toisaalta sääntelyn joustot ja purkaminen ohjaavat oikein suunniteltuna kiertotalouteen. Myös veropolitiikka, kuten verokantojen säätäminen tukemaan kiertotalouspalveluiden ja -tuotteiden markkinaa, on keino edistää kiertotaloutta. Julkisella sektorilla voi olla tätäkin aktiivisempi rooli siirtymävaiheessa julkisten hankintojen kilpailuttajana ja valtionyhtiöiden omistajana ja toiminnanharjoittajana sekä suorien omien investointien ja investointitukien kautta. Jotkut julkisen sektorin toimet voitaisiin toteuttaa rajattuna ajanjaksona. Esimerkiksi strategisista omistuksista voitaisiin luopua kun markkina on kehittynyt ja yksityisen sektorin toiminnanharjoittajat pystyvät kantamaan kiertotalousliiketoiminnan riskin. Oleellista olisi, että julkinen sektori suuntaa innovaatio- ja veropolitiikkatoimet, investoinnit, julkiset hankinnat jne. niin että ne vievät kehitystä samaan suuntaan eteenpäin ja tukevat systeemistä siirtymää kiertotalouteen. Kiertotalouden tukemiseen tarvitaan keinojen kokonaisuuksia ("paketteja"), joiden yhteistä vaikutusta olisi arvioitava ennen toteutusta.



Kuva 14. Julkisen sektorin mahdolliset roolit kiertotalouden edistämisessä.

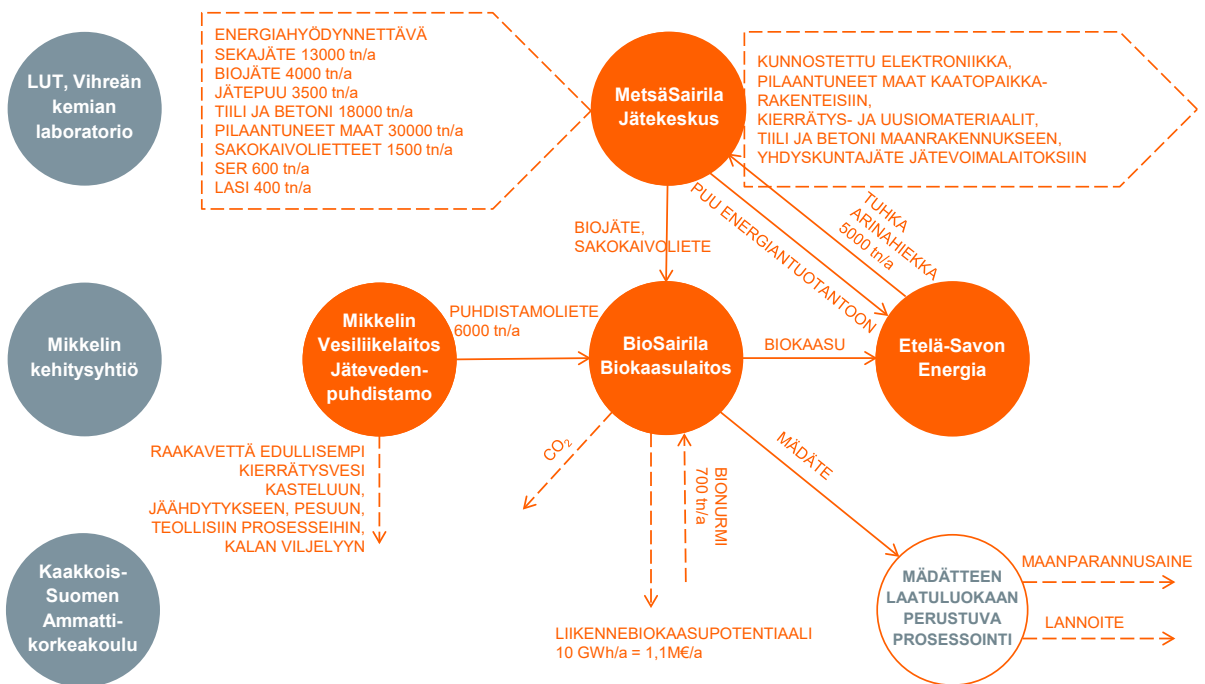
8 Kaksi tapaustarkastelua: alueellisista vahvuuksista ponnistava ekosysteemi ja kiertotalouden visioon nojaava ekosysteemi

8.1 EcoSairilan alueellisista vahvuuksista ponnistava ekosysteemi

EcoSairila on Mikkelin kunnallisten jätehuolto-, jätevesi- ja energiayhtiöiden (Mikkelin vesiliikelaitos, MetsäSairila, BioSairila ja Etelä-Savon Energia) yhteinen paikallinen kiertotalouspuisto, jonka ytimenä on uusinvestointi jäteveden puhdistuslaitokseen uudella teknisellä konseptillä (MBR kalvopuhdistustekniikka) sekä sen tuomat uudet liiketoiminnan mahdollisuudet. EcoSairilaa kehittää ja toimintoja koordinoi kaupungin kehitysyhtiö Miksei Mikkeli Oy. Puhdistamo on toteutettu niin, että siihen voidaan liittää uuden vedenpuhdistustekniikan kokeiluja ja pilotointia yliopisto- tai pk-yritysyhteistyönä. Vedenpuhdistamon yhteyteen sijoitettu mädättämö tuottaa biokaasua vedenpuhdistamon lietteestä ja sekä tällä hetkellä nurmibiomassasta. Myös muita biomassoja, kuten biojätettä, voidaan hyödyntää.

Biokaasu puhdistetaan liikennepolttoaineeksi, jota on tarkoitus jakaa paikallisesti. Biokaasun potentiaali on n. 1,1 milj. € (10 GWh/a) liikennepolttoaineena. Biokaasulla voidaan tuottaa myös energiaa paikallisessa lämpö- ja sähkövoimalassa. Puistossa on tarkoitus valmistaa myös lannoitteita ja muita kierrätystuotteita, joiden rahallinen arvo on melko vähäinen, mutta jotka edistävät materiaalien kiertoa. EcoSairilan

konseptissa porttimaksut ovat välttämätön ja merkittävä osa ansaintaa. Porttimaksujen avulla toiminta voidaan säätää kannattavaksi. EcoSairilan kaltaisen ekosysteemin liikevaihtopotentiaali on n. 20 milj. €. Konseptilla ei ole perinteisillä syötevirroilla ja tuotteilla nähtävissä merkittävää kasvupotentiaalia. Uutta liiketoimintaa ja kasvua pyritään hakemaan konseptiin kiinnittyvien yritysten ja niiden innovatiivisten teknologioiden kautta. Yhteistyötä on tehty Aquazone Oy:n, Kekkilä Oy:n, Miprosens Oy:n, Suomen Ekolannoite Oy:n ja Nanopar Oy:n kanssa pääosin hankemuotoisesti. Suunnitteilla on alueellinen materiaalipankki, josta yritykset voivat saada mm. rakennuspurkumateriaaleja ja tuhkaa hyödynnettäväksi uusiotuotteisiin ja lannoitteisiin. Vesikiertoviljelyn toteuttamista koelaitoksena on tutkittu ja suunniteltu yhteistyössä tutkimuspartnereiden kanssa. Miksei Mikkeli Oy on myös kehittänyt ympäristöjohtamisen mallin ja ympäristötietojärjestelmän, jota kaupallistetaan.



Kuva 15. EcoSairilan konsepti, toimijat ja materiaa livirrat.

Mikkelin kaupunki on ekosysteemin kunnallisten yhtiöiden omistajataho ja se on tukenut EcoSairilan kehittämistä. Ekosysteemistä on muodostunut kehitysyhtiö Miksei Mikkeli Oy:n orkestroimana vahva, ja yhteinen tahtotila alueen

kehittämiseen on voimakas. Ekosysteemille ja alueelle on tehty yhteinen kehitys- ja toimintasuunnitelma, ja uusia yrityksiä on saatu kytkettyä toimintaan. Yhteistyö hankkeissa Lappeenrannan yliopiston Mikkelin Sinisen biotalouden keskuksen ja vihreän kemian tutkimusryhmän kanssa on ollut ratkaisevaa konseptin suunnittelussa. Myös paikallinen Kaakkois-Suomen ammattikorkeakoulu XAMK on ollut mukana konseptikehityksessä.

EcoSairilan konseptin ilmasto- ja rehevöitymisvaikutusten vertailu perinteiseen jätevedenkäsittelylaitokseen ja siihen liitettyyn biokaasun valmistukseen osoittaa, että EcoSairila-konseptin kokonaisilmastovaikutus on samaa suuruusluokkaa ja rehevöittämispäästöt hieman pienemmät kuin vertailutapauksessa, jossa jätevesi käsitellään tavanomaisessa aktiivilietelaitoksessa. Suurimmat ympäristöhyödyt saavutetaan molemmissa vaikutusluokissa, jos jätevesi puhdistetaan kalvosuodatustekniikalla, jätevesiliete hyödynnetään biokaasun tuotannossa liikennepolttoaineeksi, ja biokaasun tuotantoon kasvatettu nurmi korvataan jäteraaka-aineella. Jos puhdistettu jätevesi voidaan lisäksi hyödyntää paikallisesti esimerkiksi teollisena pesuvetenä, EcoSairilan konseptin ympäristövaikutus on selkeästi alhaisempi kuin perinteisen jäteveden puhdistuksen. EcoSairilan tyyppisillä konsepteilla on mahdollista alentaa ilmastovaikutuksia jonkin verran myös kansallisella tasolla, jos vastaavia lokalisoituja konsepteja voidaan monistaa.

EcoSairila on toiminut alustana paikallisten yritysten ja tutkimustahojen hankkeille. EcoSairilan konseptikehitykseen on liittynyt n. 15 milj. € projektikokonaisuus, josta noin kolme neljännestä on ollut suoria investointeja biokaasu- ja jätevedenpuhdistuslaitoksiin. Noin neljännes on ollut teknologiakehitystä, jossa projektin vastuutahoina ja/tai tekijöinä ovat olleet ekosysteemin tutkimustahot ja yrityskumppanit. Julkista rahoitusta (TEM, MMM, BF, EAKR jne.) on ollut noin puolet projektikokonaisuudesta. Projektit ovat liittyneet mm. puhdistamolietteen hygienisointiin ja hyötykäyttöön, vedenpuhdistustekniikkaan, nurmibiomassan tuotantoon ja ympäristöjärjestelmän kehittämiseen.

Etelä-Savon aluetaloudessa EcoSairilan peruskonseptin vaikutus on pienehkö. Kansantalouden mallilla arvioituna (Honkatukia, 2019) EcoSairilan jätevesi- ja biokaasulaitosinvestoinnit nostavat hieman Etelä-Savon aluetalouden kokonaistuottoa jo rakennusaikana, mutta varsinaisesti vaikutukset näkyvät vasta hankkeen valmistuttua ja tuotannon käynnistyttyä. Etelä-Savon alueen kokonaistuotanto kasvaa silloin n. 0,1 prosentilla talouden perusuraan verrattuna. Euroissa ilmaistuna hankkeen

vaikutus on n. 12 milj. € vuoteen 2030 mennessä. Ympäristötoimialan investoinnit nousevat rakennusajaksi perusskenaariota korkeammalle tasolle. Tuotannon alettua alueen hyödykemarkkinoille tulee uusi kaukolämmön, biokaasun ja lannoitteiden tuotanto. Energia- ja vesihuoltoon syntyy n. 40 työpaikkaa, teollisuuteen kymmenkunta ja kauppaan ja logistiikkaan, yksityisiin palveluihin ja julkisiin palveluihin kunkin samoin kymmenkunta työpaikkaa. Rakennusosalalle syntyy 2030 mennessä parinkymmentä työpaikkaa laitoksen toiminnan alettua, kun muutkin toimialat alkavat investoida. Kaikkiaan hanke voi synnyttää vajaa 90 työpaikkaa lähivuosina. Hanke parantaa materiaalitehokkuutta, joka näkyy hieman myös koko aluetalouden tasolla.

EcoSairila nostaa arvonlisää ja kasvattaa sitä kautta aluetaloutta n. 6 milj. € vuoteen 2030. Noin puolet kasvusta syntyy vesi- ja energiatoimialojen kasvusta, joka vetää muita toimialoja mukanaan. Kokonaisuudessaan arvonlisäyksen arvo Suomessa vuonna 2018 oli 200 mrd. €, ja tuoteverot ja tuotepalkkiot huomioiden 232 mrd. €.

EcoSairilan peruskonsepti nostaa hieman materiaalitehokkuutta ja optimoituna voi hillitä pienessä määrin ilmastonmuutosta. Konseptin talousvaikutukset alueellisesti ovat melko pieniä. Peruskonseptille pohjautuvan liiketoiminnan kasvattaminen on vaikeaa materiaalivirtojen liikuttelun rajoitteista johtuen. Kasvua peruskonseptin pohjalta voi tulla mahdollisesti konseptia monistamalla. Konseptin toteutus perustuu kuitenkin aktiivisiin ja visionäärisiin toimijoihin, luottamukseen ja vahvaan paikalliseen verkostoon, jota voi olla vaikea kopioida muualle. EcoSairilan konseptin ja toiminnan arvo on erityisesti uuden teknologia- ja konseptikehityksen ja kokeilujen mahdollistamisessa, uuden yritystoiminnan tukemisessa käytännön tasolla sekä yleisen asenneilmaston muokkaajana. Mikäli konseptista muodostuu uusi toiminnan normi siirtää se osaltaan yhteiskuntaa kiertotalouteen.

8.2 Tekstiilikierrätyksen kiertotalousvisioon nojaava ekosysteemi

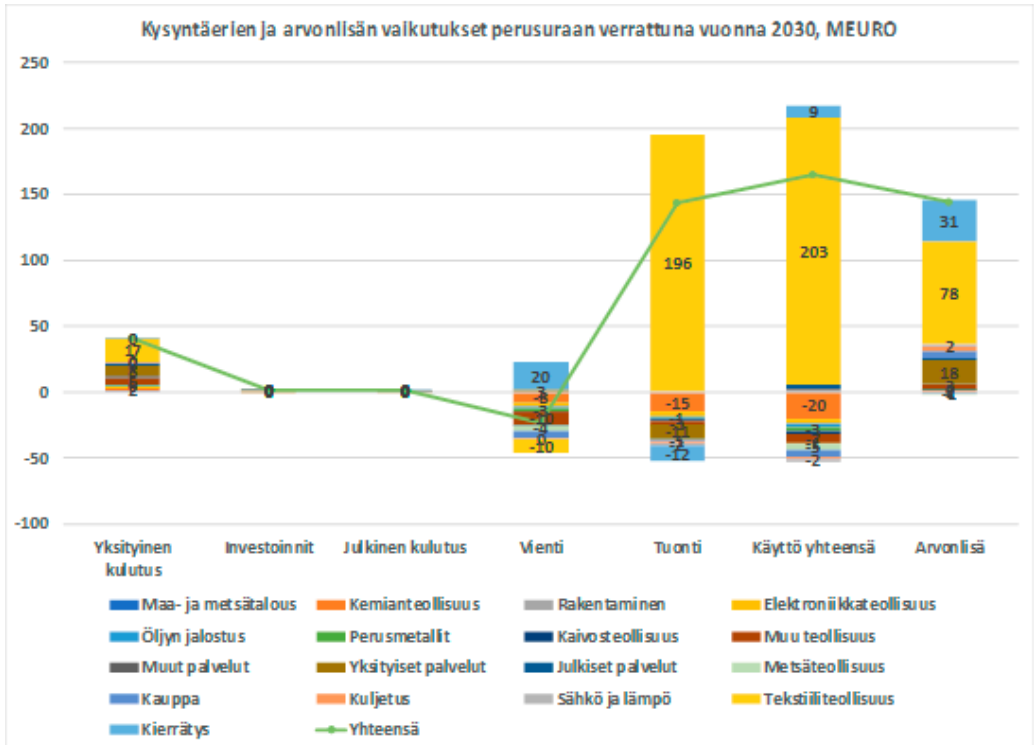
Ilmastonmuutoksen torjunta, tekstiilijätteen keräysvelvoite ja kaatopaikkakielto, liiketoimintamahdollisuudet kierrätysmateriaalin hyödyntämisessä sekä teknologiset innovaatiot ovat olleet tekstiilikierrätysekosysteemin muodostumisen lähtökohtana. Lounais-Suomen Jätehuollon, Turun AMK:n ja VTT:n käynnistämä ja

kokonaisvaltaisen tekstiilikierrätyksen konseptiin tähtäävä kehitystoiminta on lähtenyt liikkeelle projektimuotoisena Telaketju-nimisenä hankekokonaisuutena. Yhteisenä tavoitteena on ollut pitää tekstiilimateriaali kierrossa säilyttäen tuotteen tai materiaalin arvo mahdollisimman korkeana ja edistämällä sen uusiokäyttöä koko arvoketjun läpi. Ratkaisuja kehitetään tekstiilijätteen keräykseen, lajitteluun, esikäsitely- ja prosessointitekniikoihin sekä tuotesuunnitteluun, tuotteistamiseen ja uusiin liiketoimintamalleihin.

Ekosysteemi toimii vapaamuotoisena pitkälti projektipohjalta. Ekosysteemissä on tiiviitä yhteistyöklustereita usein jonkin projektin ympärillä ja yritykset ovat verkotuneita myös kansainvälisesti. VTT:llä, Lounais-Suomen Jätehuollolla ja Turun AMK:lla on vahva rooli eri projektikokonaisuuksien koordinoinnissa, mutta varsinaista fasilitaattoria ei ole. Telaketju- projekteja ovat rahoittaneet mm. Ympäristöministeriö, Työ- ja elinkeinoministeriö, Varsinais-Suomen liitto ja BusinessFinland sekä yritykset ja tutkimuslaitokset. Mukana on ollut yli 20 yritystä koko arvoverkosta, mukaan lukien jätehuolto, kuluttajatekstiilien kierrätystoiminta, laitevalmistus, tekstiilivuokraus, automaatio, kemiallinen ja mekaaninen tekstiilien kierrätys ja teknologiakehitys, kierrätysmateriaalipohjaisten tuotteiden suunnittelu, valmistus ja myynti, biopohjaisten materiaaliratkaisuiden kehittäminen, teknisten tekstiilien valmistus jne. Projektit ovat kattaneet eri vaiheissa olevaa kehitystoimintaa ensimmäisten ideoiden eteenpäin viemisestä valmiiden ratkaisujen soveltamiseen ja kokeiluihin tekstiiliarvoketjussa. Materiaalikeräyksen järjestäminen teollisessa mittakaavassa ja investointi kierrätys- ja lajitteluterminaaliin on saanut alustavaa vihreää valoa ja pilot-laitosta rakennetaan.

Tekstiilien kierrätystoiminnan teollinen käynnistäminen vaatii n. 150 milj. € investoinnin tekstiilien kierrätyskeskukseen. Kierrätetty materiaali käsiteltäisiin mekaanisesti ja korvaisi osin tuontimateriaalia ja osin mahdollistaisi lisätuotantoa tekstiiliteollisuuden välituotekäyttöihin. Investoinnin myötä tekstiilien kotimainen tuotanto kasvaisi jonkin verran (esimerkiksi lankojen valmistus). Rakennusaikana investointi itsessään kasvattaa kansantuotetta lähes 180 miljoonalla eurolla, mutta toiminnan alettua suurin vaikutus on tuontimateriaalin (tekstiilien) syrjäytyminen kotimaisella kierrätysmateriaalilla, mikä kasvattaa kansantuotetta yli 140 miljoonalla eurolla. Kaksi kolmasosaa kierrätyksen vaikutuksista syntyy kokonaistuottavuuden kasvusta (yli 90 milj. €), kun materiaalitehokkuus lisääntyy, mutta pääoman käytön kasvusta (n. 44 milj. €) ja työpanoksen kasvusta (n. 18 milj. €) syntyy myös lisäkasvua.

Tekstiilien kotimaisen kulutuskysynnän kasvu kasvattaa kansantuotetta vuoteen 2030 mennessä n. 17 milj. € (kuva 16). Merkittävin vaikutus syntyy kuitenkin tekstiilien tuonnin supistumisesta, joka kasvattaa kansantuotetta yli 170 milj. €. Tarjonnan näkökulmasta kasvu syntyy tekstiiliteollisuudessa (71 milj. €) ja kierrätyksessä (31 milj. €).



Kuva 16. Tekstiilikierrätyksen arvonlisän vaikutukset kysyntäerien kautta.

Tekstiilikierrätyksellä on kansantaloudellisesti merkitystä. Tekstiilien kierrätys on tulossa entistä ajankohtaisemmaksi EU-direktiivin myötä. Kierrätys olisi järkevintä toteuttaa suhteellisen suurissa yksiköissä. Syntyvä kierrätysmateriaali voisi ohjautua korvaamaan tuontimateriaalia kotimaisessa tekstiiliteollisuudessa ja mahdollisesti muussakin teollisuudessa, jolloin koko kansantalouteen syntyisi jo kohtuullisen suuri 100–200 milj. € vaikutus. Ekosysteemin ideoina yhteispohjoismainen kierrätyskeskus voisi toteutuessaan kasvattaa kansantaloudellista vaikutusta edelleen.

9 Kiertotalous 2030 – kolme tulevaisuuskuvaa kiertotalouden kehityspoluista

Tässä luvussa tarkastellaan globaalien kehitystrendien vaikutusta suomalaisen kiertotalouden kehittymiseen ja arvontuottopotentiaaliin kolmen vaihtoehdoisten tulevaisuuskuvien avulla. Tarkastelun aikajänteenä on 2030.

Kiertotalous keskittyy resurssitehokkuuden parantamiseen - tulevaisuuskuvan avulla tarkastellaan kiertotalouden liiketoiminnan kehitystä tilanteessa, jossa toiminta jatkaa nykyisellä tavalla ilman suuria muutoksia liiketoimintatavoissa ja julkisensektorin toimenpiteissä. **Visionääriset ekosysteemit uudistavat taloutta** - tulevaisuuskuva kuvaa kehitystä tilanteessa, jossa kiertotalouden liiketoiminta kehittyy ja kasvaa merkittävästi. **Kasvu karkaa muualle** - tulevaisuuskuva kuvaa tilannetta, jossa kiertotalouden merkitys yhteiskunnassa ja taloudessa hiipuu.

Suomalaisten **alueellisen jätevedenpuhdistuksen ympärille rakentuneen** ekosysteemin ja **kiertotalousvisioon nojaavan tekstiiliekosysteemin** kasvupotentiaalia arvioitiin merkittävään kasvuun (visionääriset ekosysteemit uudistavat taloutta) perustuvan tulevaisuuskuvan kautta. Ekosysteemikohtaiset korkean kasvun tulevaisuuskuvat eivät ennusta tulevaisuutta, mutta ne pyrkivät osoittamaan ne tekijät ja toimenpiteet, joilla kasvu ja liiketoiminnan kaksinkertaistuminen voidaan saavuttaa.

Globaalien kehitystrendien yhteiskunnallista ja taloudellista vaikutusta tarkastellaan monitieteisen tulevaisuudentutkimuksen avulla. Tutkimuksessa luodaan erilaisiin olettamuksiin perustuvia vaihtoehtoisia tulevaisuuskuvia, joiden toteutumisen merkitystä ja todennäköisyyttä arvioidaan erilaisten menetelmien avulla.

9.1 Kiertotalouden kasvun tulevaisuuskuvat 2030

Kiertotalouden liiketoiminnan kasvun ja arvontuoton tulevaa kehittymistä arvioitiin laatimalla kolme erilaista tulevaisuuskuvaa kiertotalouden kehityspoluista. Tarkastelun aikajänteenä on 2030. Tulevaisuuskuvat laadittiin kiertotalouden liiketoimintaan vaikuttavien tekijöiden, kuten toimintaympäristön ja liiketoiminnan nykytila, muutosvoimien, esteiden ja mahdollisuuksien tunnistaminen sekä politiikkatoimien tarkastelun pohjalta. Tarkastelussa hyödynnettiin toimiala-, yritys- ja sidosryhmähaastatteluita, kyselyitä, työpajoja, ennakointimenetelmiä ja laadullista systeemi-dynaamista mallinnusta. Kiertotalouden muutosvoimia, politiikkatoimija ja esteitä sekä mahdollisuuksia on kuvattu tarkemmin luvussa 4.

Kiertotalouden liiketoiminnan kasvua ja arvontuottopotentialia kuvaavat kolme tulevaisuuskuvaa tarkastelevat kiertotalouden kehittymismahdollisuuksia seuraavasti:

1. Kiertotalous keskittyy resurssitehokkuuden parantamiseen
2. Visionääriset ekosysteemit uudistavat taloutta
3. Kasvu karkaa muualle

Kasvulla tarkoitetaan tässä yhteydessä yritystoiminnan, arvonluonnin ja liikevaihdon, ja siten kiertotalouden tuottamaa talouskasvua. Tarkastelussa oletetaan, että vuoteen 2030 mennessä valtaosa Suomessa kiertotaloudesta syntyvästä liikevaihdosta syntyy lukumäärältään pienen yritysjoukon toimesta.

Tulevaisuuskuva 1: Kiertotalous keskittyy resurssitehokkuuden parantamiseen

Tämä tulevaisuuskuva kuvaa tilannetta, jossa toiminta jatkaa nykyisellä tavalla ilman suuria muutoksia liiketoimintatavoissa ja julkisen sektorin ohjaavissa toiminnoissa.

Vuonna 2030 vahva poliittinen tahtotila ja politiikkatoimet ovat edistäneet kiertotalouteen siirtymistä. Suomessa ei kuitenkaan ole kyetty luomaan selkeitä, mitattavia tavoitteita ja mittareita, joiden avulla poliittisten ohjauskeinojen vaikuttavuutta olisi voitu arvioida. Näin ollen politiikkatoimia ei saada optimoitua, ja eivätkä panostukset ole johtaneet merkittävään arvonluonnin ja liiketoiminnan kasvuun.

Valmistavassa teollisuudessa kiertotalous näkyy edelleen pääosin resurssi- ja kustannustehokkuuden parantamisena. Poikkeuksena ovat vahvojen teollisten toimijoiden ympärille rakentuneet ekosysteemit, joissa resurssitehokkuuden tehostaminen on tuottanut uudenlaista arvonluontia. Teollisuuden raaka-aineet ovat pääosin neitseellisiä, mutta esimerkiksi metsäteollisuudessa tuotannon sivuvirroista, kuten ligniinistä, on onnistuttu tuottamaan korkeamman lisäarvon tuotteita ja uusille tuotteille on syntynyt kysyntää. Kiertotalousliiketoiminta on kuitenkin edelleen sivuliiketoimintaa monille toimijoille, vaikka uudenlaista arvonluontia ja kiertotalousyrityksiä on syntynyt esimerkiksi paikallisiin kiertotalouspuistoihin.

Suomessa jätteiden poltto on edelleen merkittävässä roolissa. Materiaalien kierrätys ja uudelleenkäyttö ovat kuitenkin yleistyneet, pääosin EU:n kiristyvien velvoitteiden myötä. Erityisesti toimet muovin ja tekstiilien kierrätyksen osalta ovat tuottaneet tuloa. Näiden materiaalien keräys- ja lajittelujärjestelmät on saatu toimiviksi ja enää vähäisiä määriä muovi- tai tekstiilijätettä päätyy polttoon. Kierrätys- ja uusiomateriaalien osalta haasteita on kuitenkin edelleen materiaalien käytössä ja kysynnän luomisessa.

Suomeen on muodostunut lukuisia alueellisia kiertotalousekosysteemejä. Yritystoiminta näissä ekosysteemeissä on kuitenkin pienimuotoista ja perustuu pääasiallisesti paikallisten resurssivirtojen hyödyntämiseen. Kiertotalouteen kohdistuvan tutkimus- ja kehitystoiminnan rahoitus on edelleen lyhytjänteistä ja kohdentuu ekosysteemien sijaan yksittäisiin toimijoihin. Teknologiaratkaisujen pilotointi ja skaalaus ovat haastavia, sillä käytössä olevat rahoitusinstrumentit eivät tue niitä.

Tulevaisuuskuva 2: Visionääriset ekosysteemit uudistavat taloutta

Tämä tulevaisuuskuva kuvaa kehitystä tilanteessa, jossa kiertotalouden liiketoiminta kehittyy ja kasvaa merkittävästi. 2030-luvulle tultaessa kestävyysajattelu on nostettu kiertotalouden keskiöön. Kunnianhimoiset kansalliset kiertotaloustavoitteet ja -velvoitteet ovat sitouttaneet toimijoita vahvempaan yhteistyöhön ja kehittämään

ratkaisuja 2020-luvun vaihteessa vaivanneisiin kiertotalouteen siirtymisen haasteisiin. Suomi soveltaa ensimmäisten maiden joukossa systeemiseen muutokseen ohjaavaa innovaatiopolitiikkaa, jolla pyritään innovaatiotoiminnan myötä vahvemmin edistämään kestävyysmuutoksia, kuten siirtymistä ympäristön, ihmisten ja talouden kannalta kestävään kiertotalouteen. TKI-rahoituspanostuksia on suunnattu strategiisiin kasvukohteisiin ja taloutta uudistaviin yrityksiin ja ekosysteemeihin, liittyen esimerkiksi muovi- ja tekstiilikierätykseen. Uutena rahoitusinstrumenttina on otettu käyttöön pitkäjänteinen ekosysteemirahoitus.

Kiertotalouden ympärille muodostuneiden ekosysteemien kehittymistä ja niihin suunnatun rahoituksen vaikuttavuutta mitataan säännöllisesti. Strategisten kasvukohteiden osalta on myös otettu käyttöön kohdennettuja politiikkatoimia, joilla edistetään kiertotalouden toimintaa esimerkiksi uusiomateriaalien sekoitevelvoitevaatimusten tai panttijärjestelmän laajentamisen muovipakkauksiin ja elektroniikkaan avulla.

Materiaali- ja arvovirtojen näkökulmasta suurten teollisten innovaatioekosysteemien merkitys vahvistuu entisestään. Suurten toimijoiden liiketoiminnan ja viennin kasvu vauhdittaa kiertotalouden kasvua Suomessa. Ympäristön ja sosiaalisen kestävyysnäkökulmasta pienimuotoisempi, taloutta uudistava kiertotalousliiketoiminta, on edelleen merkityksellistä. Uudistavaa liiketoimintaa syntyy kiertotalouden ekosysteemeissä, jotka ovat kokeillen ottaneet käyttöön uusia toimintamalleja ja siten kehittäneet uusia tuotteita ja palveluita. Kiertotalouden ekosysteemit ovat vahvasti verkottuneita erityisesti pohjoismaisiin ja eurooppalaisiin verkostoihin.

Tulevaisuuskuva 3: Kasvu karkaa muualle

Tämä tulevaisuuskuva kuvaa tilannetta, jossa kiertotalouden merkitys yhteiskunnassa ja taloudessa hiipuu. Vuonna 2030 kiertotalous ei ole enää poliittisesti kiinnostava kasvutavoite. Suomi on onnistunut saavuttamaan EU:n kiristyneet jätteiden kierrätystavoitteet, mutta näitä virtoja ei pystytä jalostamaan Suomessa korkeamman lisäarvon tuotteiksi, vaan materiaalit toimitetaan pääosin muualle Pohjoismaihin ja Eurooppaan käsiteltäviksi. Kiertotalouden kasvupotentiaali ei ole toteutunut, sillä kasvun moottoreita ei pystytty tunnistamaan ja tukemaan riittävästi, ja panostukset pilotointiin, ratkaisujen skaalaukseen ja kaupallistamiseen ovat riittämättömät. Epäonnistuneet yhteiskehityshankkeet, uusiomateriaalien ja niiden käsittelyn turvallisuuden sekä energiantensiivisyyteen liittyvät haasteet ovat entisestään

vähentäneet toimijoiden riskinottohalua, minkä seurauksena talouskasvu on jäänyt vähäiseksi.

Kiertotalous toteutuu edelleen yksittäisten yritysten tasolla toimina, joilla tavoitellaan säästöjä resurssitehokkuuden kautta. Yritysten välinen yhteistyö on perinteistä, ja perustuu lyhyen aikajänteen voitontavoitteluun. Ekosysteeminen toiminta on edelleen kiertotalouden ytimessä, mutta ekosysteemien kasvu on ollut ennakoitua hitaampaa eikä toimintamalleja ja ratkaisuja ole lähdetty skaalaamaan vientiin sopiviksi. Suurimmat kiertotalousliiketoiminnan esteet liittyvät hintakilpailuun, kannattavuuteen ja kysynnän vähyyteen. Suuret suomalaiset toimijat kohdistavat sekä TKI-toimintojaan että tuotantoaan Euroopan maihin, jotka onnistuneet luomaan yrityksille ennakoitavamman ja houkuttelevamman toimintaympäristön.

9.2 Korkean kasvun tulevaisuuskuva alueelliselle ja visionääriselle ekosysteemille

Suomalaisten kiertotalousekosysteemien kasvupotentiaalia arvioitiin merkittävään kasvuun (visionääriset ekosysteemit uudistavat taloutta) perustuvan tulevaisuuskuvan kautta. Ekosysteemikohtaiset korkean kasvun tulevaisuuskuvat eivät ennusta tulevaisuutta, mutta ne pyrkivät osoittamaan ne tekijät ja toimenpiteet, joilla kasvu ja liiketoiminnan kaksinkertaistuminen voidaan saavuttaa.

Tarkastelun kohteeksi valittiin kaksi erityyppistä kiertotalouden ekosysteemiä, jotka ovat alueellinen jätevedenpuhdistuksen ympärille rakentunut ekosysteemi ja kiertotalousvisioon nojaava tekstiiliekosysteemi. Ekosysteemien valintaan vaikutti ekosysteemityypin lisäksi toimijoiden näkemykset yhteisestä tavoitetilasta, toimintatavoista, uudistumiskyvystä, innovatiivisuudesta, kyvykkyyksistä ja liiketoiminnan kasvu - ja vientipotentiaalista.

Ekosysteemiseen kiertotalouden korkean kasvun tulevaisuuskuvan mukainen liiketoiminnan ja arvonluonnin kasvu vaatii materiaalikiertojen, tehokkaiden jäte- ja sivuvirtojen sekä resurssitehokkuuden ympärille syntyvän lisäarvotuotteisiin ja palveluihin keskittyvän liiketoiminta. Kotimaisten verkostojen lisäksi, ekosysteemit tulee olla tiivis osa eurooppalaisia ja globaaleja verkostoja, jotka mahdollistavat tuotteiden ja palveluiden pääsyn kansainvälisille markkinoille. Kokeilujen

mahdollistamiseen, ennakoiwaan ja muuttuviin tarpeisiin vastaavaan lainsäädäntöön ja julkisiin hankintoihin kohdistuvilla politiikkatoimilla voidaan vauhdittaa kiertotalouden tuotteiden ja palvelujen markkinoille pääsyä ja niiden luontia. Pitkäjänteinen ja strategiaan painopisteisiin kohdistuva tutkimus-, kehitys- ja innovaatiotoiminta on keskeinen edellytys uuden ja elinvoimaisen kiertotalouden liiketoiminnan syntyemiselle. Esimerkiksi panostukset digitalisaatioon, synteettiseen biologiaan, kustannustehokkaisiin erotus- ja sensoriteknologioihin vahvistavat materiaali- ja kierrätykseen perustuvaa osaamista ja luovat pohjan uusien teknologiayritysten syntyemiselle. Riittävällä silta- ja riskirahoituksella sekä investointituilla varmistetaan uusien ja olemassa olevien yritysten innovaatioiden kaupallistuminen ja markkinoille pääsy.

Esimerkki 1: Jätevedenpuhdistuksen ympärille syntyneen, alueellisista vahvuuksista ponnistavan ekosysteemin korkean kasvun tulevaisuuskuva 2030

Alueellisen jätevedenpuhdistamon ympärille syntyvä ekosysteemin kiertotalouskonseptin on erityisen mielenkiintoinen sen toimintaperiaatteen, monistettavuuden ja vastaaviin kohteisiin siirrettävyyden vuoksi. Erityisesti liikennebiokaasun kasvava kysyntä tekee jätevedenpuhdistuksen ympärille rakennetusta kiertotalouskonseptista kiinnostavan ja kilpailukykyisen vaihtoehdon, jota voidaan monistaa ympäri Suomea.

Jätevedenpuhdistamon ympärille rakentuneen kiertotalouskonseptin vahvuuksina on vahva alueellinen tahtotila ja yhdessä tekemisen perinne, jossa yhteistyö käsittää kunnalliset toimijat, paikalliset yritykset ja yliopistot. Kasvava vesiteknologioiden ja vedenkäsittelyn yhteydessä syntyvän biokaasun ja kysynnän kasvu on suuri mahdollisuus ekosysteemille ja sen kehitykselle. Ekosysteemin suurimpia heikkouksia ovat kuitenkin hyvin rajalliset raaka-ainevirrat, sijainti kaukana markkinoista ja kansainvälisten verkostojen vähäisyys (taulukko 8).

Taulukko 8. Jätevedenpuhdistuksen ympärille syntyneen, alueellisista vahvuuksista ponnistavan ekosysteemin kasvuskenaarion vahvuudet, mahdollisuudet, heikkoudet ja uhat.

Vahvuudet <ul style="list-style-type: none"> • Vahva alueellinen tahtotila, yhdessä tekemisen perinne ja poliittinen tuki • Vahva osaaminen ja yliopistoyhteistyö jätevedenkäsittelyteknologioissa • Markkinoiden luonnin tukeminen (liikennebiokaasun käyttö julkisessa liikenteessä, tankkausinfuran tukeminen) • Paikallinen luomutuotanto: testimarkkinat luomulannoitteille ja -ratkaisuille 	Heikkoudet <ul style="list-style-type: none"> • Rajalliset materiaa livirrat ja siihen liittyvät liiketoimintamahdollisuudet • Sijainti kaukana kasvukeskuksista ja markkinoista • Yritystoimijoiden vähäisyys • Kansainväliset verkostot puuttuvat
Mahdollisuudet <ul style="list-style-type: none"> • Vesi- ja kiertotalouskonseptien kysynnän kasvu • Liikennebiokaasun ja kierrätyslannoitteiden kysynnän kasvu • Teknologiset ratkaisut mahdollistavat monia liiketoimintamalleja ja kaupallistamispolkuja • Konsepti on kopioitavissa muualle 	Uhat <ul style="list-style-type: none"> • Kilpailevat teknologiat ja toimijat voittavat • Väestön rakennemuutos • Biokaasun tuotannon monopolisoituminen • Luvituksen hitaus • Kilpailevat teknologiat ja toimijat voittavat

Jäteveden puhdistukseen liittyvän kiertotalouskonseptin perusajatuksena on luoda uudenlaista arvoa alueellisia sivu- ja jätevirtoja sekä energiaa kustannustehokkaasti hyödyntämällä. Kunta on investoinut rohkeasti uuteen, kalvotekniikkaa hyödyntävään jätevedenpuhdistamoon 2010-luvun loppupuolella. Jätevedenpuhdistamo on ekosysteemin keskiössä, ja uusin prosesseihin investoimalla mahdollistetaan puhdetaan kierrätysveden, lämmön ja lietteen tuottaminen sekä jatkojalostus biokaasuksi sekä ravinteiksi. Arvoa synnytetään uusiin palveluihin ja teknologiaratkaisuihin perustuvien innovaatioiden avulla, joita kehitetään kunnallisten toimijoiden, yritysten, tutkimuslaitosten ja yliopistojen välisenä yhteistyönä. Jätevedenpuhdistamo tarjoaa lisäksi koulutus- ja kehitysalustan uusille jäteveden käsittelyyn ja hyödyntämiseen liittyville teknologioille ja liiketoimintamalleille.

Vaikka ekosysteemin kokonaisvaikutus bruttokansantuotteeseen on pieni, on ekosysteemillä ja sen kehittymisellä kuitenkin positiivinen vaikutus alueen kehittymiseen, työllisyyteen ja kokonaisarvontuottoon. Merkittävää talouskasvua on kuitenkin vaikea saavuttaa nykyisen toimintamallin avulla. Kasvu vaatii yhteisen, rohkean ja tavoitehakuksen vision ja uuden liiketoimintamallin, joka mahdollistaa käänteentekevien teknologioiden kehittämisen ja niiden kaupallistamisen vientituotteiksi. Alueellisen jätevedenpuhdistamon ympärille syntyneen ekosysteemin liiketoiminnan kasvumahdollisuuksia on seuraavassa tarkasteltu markkinoiden ja

teknologiakehityksen sekä alue- ja kansallisella tasolla tapahtuvien politiikkatoimenpiteiden tuomien mahdollisuuksien kautta. Kasvuskenaarion tekijöiden vuorovaikutusta ja takaisinkytkentää on tarkasteltu systeemidynaamisen mallin avulla.

Markkinakysyntä vauhdittaa ekosysteemin kasvua

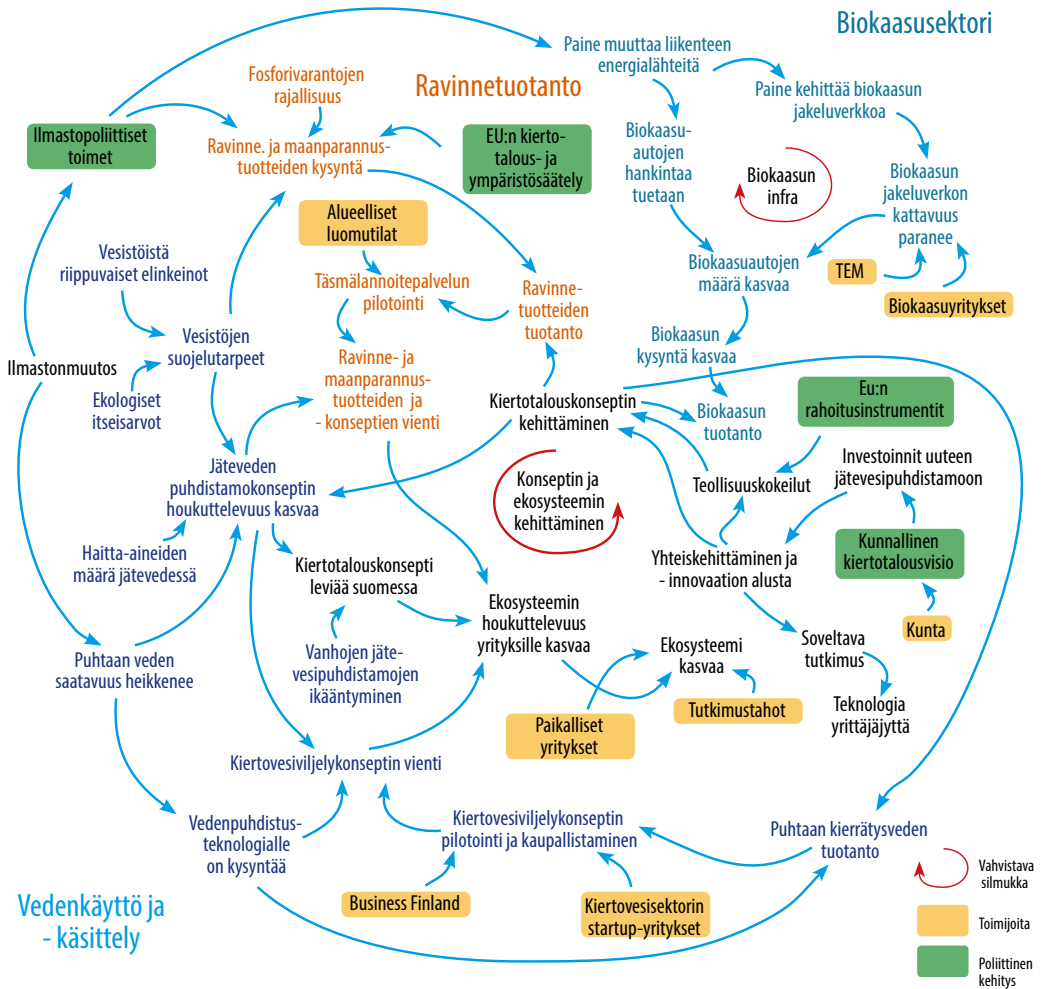
Jätevedenpuhdistamon ympärille rakentuvan kiertotalouskonseptin liiketoiminnan kehitystä vauhdittavia spesifisiä muutostekijöitä ovat vesistöjen suojeleminen ja jäteveden sekä lietteiden hyödyntäminen energia- ja polttoainelähteinä sekä ravinteina, vesitehokkuuden lisääminen ja kierrätetyn puhtaan veden hyödyntämispotentiaali kastelu-, teollisuuden prosessi- ja kalankasvatussovelluksiin.

2020-luvun aikana Suomessa syntyy kotimaista kysyntää uudentyyppiselle jätevedenpuhdistusteknologialle, koska lukuisa määrä kunnallisia jätevedenpuhdistamoja tulee yhtä aikaa elinkaarensa päähän. Samaan aikaan biokaasun kysyntä kasvaa liikennebiokaasun jakeluverkon kehittymisen myötä. Jätevesi-biokaasu-konseptin yleistymisen ja EU:n lannoitedirektiivin päivitys vauhdittavat 2020-luvulla uudenlaisten kierrätysravinnepalveluiden kaupallistumista. Konseptin mukaisesti yhdyskuntalietteet, teollisuuden orgaaniset biomassat sekä lähialueiden maatalouden orgaaniset biomassat voidaan ohjata eri prosessointilinjalle, minkä seurauksena maatalouden biomassasta syntyvästä mädätysjäännöksestä on mahdollista jalostaa lannoite-tuotteita paikalliselle, esimerkiksi luomutuotantoon erikoistuvalla maataloudella. 2030-luvulle tultaessa orgaanisten lannoitteiden kysyntä kasvaa suhteessa mineraalilannoitteisiin muun muassa mineraalisten fosforivarantojen rajallisuuden vuoksi. Lannoitevalmistajien kanssa yhteistyössä kehitettyjen ravinne- ja maanparannustuotteiden markkinat ovat alueelliset, mutta tuotannon kokonaiskonsepti alkaa herättää kasvavaa kansainvälistä kiinnostusta kansainvälisten ilmastopoliittisten toimien kiristyessä. Yhteistyössä kansainvälisten ja kotimaisten lannoitevalmistajien, teknologiayritysten ja paikallisten tutkimustoimijoiden kanssa ekosysteemin toimijat voivat tuoda markkinoille esimerkiksi urauurtavan, maaperän tarpeisiin räätälöidyn ravinnetuote-palvelun, joka kaupallistuu alueelliseen maatalouteen soveltuvasta tuotteesta vientituotteeksi ravinnealumista kärsivälle Itämeren alueelle.

Kasvua ja kilpailukykyä ekosysteemisen toimintamallin, teknologiakehityksen ja politiikkatoimien avulla

Alueelliseen kiertotalousvision toteuttamiseen tarvitaan selkeä tavoite, pitkäjänteistä sitoutumista sekä toimijoiden välistä vahvaa yhteistyötä. Tutkimuksen ja koulutuksen merkitys kasvaa ja panostusten tulee kohdentua osaamisen kasvatamiseen vedenkäsittelyn ja uuden liiketoiminnan kehittämisen risteyskohtaan. Alueelle syntyy uutta merkittävää liiketoimintaa ja alueen houkuttelevuus lisääntyy. Koska alan kilpailu kiristyy ja vedenpuhdistamojen ympärille rakentuvia konsepteja tarjoavat kansainvälisillä markkinoilla myös monet vahvat eurooppalaiset vesitekniologiatoimittajat, tulee kehitysalustaan kiinnittyneiden yritysten kehittää ainutlaatuisia ja käänteentekeviä teknologiaratkaisuja ja niihin perustuvia liiketoimintoja kilpailuetua luodakseen. Kaupallistamista avittava, riittävä silta- ja riskirahoitus sekä erilaiset pilotointi- ja kokeilualustat ovat ensiarvoisen tärkeitä yritysten liiketoiminnan kannalta.

Laadullisen systeemidynaamisen mallin avulla on tarkasteltu ekosysteemin kasvuun vaikuttavia tekijöitä ja jäsenneilty niiden välisiä vuorovaikutussuhteita (kuva 17). Jätevedenpuhdistamon ympärille rakentuneeseen kiertotalousekosysteemissä on tunnistettu kaksi takaisinkytkentää, joista toinen liittyy temaattisesti biokaasuun ja toinen itse kiertotalouskonseptin sekä ekosysteemin kehittämiseen. Periaatteen tasolla voidaan todeta, että politiikkatoimet ja panostukset näihin kasvupisteisiin aikaansaavat kasvua koko ekosysteemissä. Systeemidynaamisesta mallista voidaan nostaa esille useita osatekijöitä, joihin kulminoituu ekosysteemin kannalta merkityksellisten muutostekijöiden vaikutus. Tällaisia ovat esimerkiksi jäteveden puhdistuskonseptin houkuttelevuus, ravinne- ja maanparannustuotteiden kysyntä sekä uusien tuotteiden, kuten esimerkiksi kiertovesiviljelykonseptin vienti. Politiikkatoimet voivat ohjata ja kannustaa ekosysteemiä kasvu-uralle, erityisesti jos ne suunnataan vaikuttaviin ajureihin ja takaisinkytkentöihin.



Kuva 17. Jätevedenpuhdistuksen ympärille syntyneen, alueellisista vahvuuksista ponnistavan ekosysteemin kasvuskenaarion systeemidynaaminen malli.

Oikeiden panostusten ja politiikkatoimien avulla on mahdollista kaksinkertaistaa ekosysteemin arvontuotto ja edesauttaa ekosysteemin kasvu aktiiviseksi ja kansainvälisesti verkottuneeksi innovaatioekosysteemiksi, jonka seurauksena alueelle syntyy runsaasti pienimuotoista teknologiayrittäjyyttä.

Esimerkki 2: Kiertotalousvisioon nojaava tekstiilikosysteemi 2030 – Suomalaista teknologia- ja designosaamista Itämeren tekstiilikosysteemeissä

Tekstiilikosysteemi on kiertotalousvisioon pohjautuva ekosysteemi, jonka toteuttaminen vaatii uudenlaisten liiketoiminta- ja arvontuottomallien käyttöönoton. Tekstiilijäte- ja sivuvirtojen keräyksen lisäksi kierrätystekstiilien hyödyntämiseen liittyvät arvonlisää luovat sivuvirtojen jatkojalostus- ja palveluratkaisut tekevät tästä ekosysteemistä mielenkiitoisen tarkastelukohteen.

Tekstiilikosysteemin vahvuutena ja suurena mahdollisuutena on kemiallisen prosessointiosaamisen ja jakeiden erotusteknologisen osaamisen nopea kehittyminen aktiivisen TKI-toiminnan myötä. Metsä- ja tekstiiliteollisuuden innovaatioyhteistyön tiivistyminen on edelleen lisännyt tekstiilikosysteemin mahdollisuuksia. Suurimpina heikkouksina ovat kuitenkin Suomen pienet poistotekstiilivirrat sekä jatkojalostukseen ja palvelullistamiseen liittyvien liiketoiminta- sekä ansaintamallien puute. Uhkana on ekosysteemin kehityksen pysähtyminen ja jääminen vain hankepohjaiseksi projektitoiminnaksi (taulukko 9).

Taulukko 9. Kiertotalouden visioon nojautuvan tekstiilikosysteemin kasvuskenaarion vahvuudet, mahdollisuudet, heikkoudet ja uhat.

Nykyiset vahvuudet <ul style="list-style-type: none"> • Tekstiilikuitujen kemiallinen prosessointiosaaminen • Aktiivinen TKI-yhteistyö kotimaisten tekstiilialan toimijoiden kesken 	Nykyiset heikkoudet <ul style="list-style-type: none"> • Pienet poistotekstiilivirrat • Poistotekstiilin laatu ja alhainen arvo • Tekstiiliteollisuus ja alan koulutus puuttuvat • Heikot kytkökset kansainvälisiin tekstiilikosysteemiin • Liiketoiminta- ja ansaintamallien puute
Tulevaisuuden mahdollisuudet <ul style="list-style-type: none"> • Innovaatioyhteistyö metsä- ja tekstiiliteollisuuden välillä • Kemiallisen prosessoinnin pilotointilaitokset • Tekstiilien lajittelun tunnistus- ja automaatioteknologiaan pohjautuva liiketoiminta • Design ja materiaaliasaamisen yhdistäminen innovaatio- ja koulutustoiminnassa 	Tulevaisuuden uhat <ul style="list-style-type: none"> • Poistotekstiilivirrat suuntautuvat muualle • Pilottien puutteellinen kaupallistaminen • Ekosysteemin kehitys jää hankepohjaiseksi projektitoiminnaksi

Poistotekstiilien kierrätyksen ja tekstiilikosysteemin vaikutusta kansantalouteen arvioitaessa todettiin, että nykyisillä poistotekstiilimäärillä merkittävin kansantaloudellinen vaikutus syntyy tekstiilien tuonnin supistumisesta, joka kasvattaa

kansantuotetta n.170 milj. € (kuva 16, luku 8). Biopohjaisten kuitujen jakeet ovat synteettisiä kuituja merkittävästi arvokkaampia. Erikoisselluun perustuvat investointi- ja tuotantosuunnitelmat ovat kiinnostavia, koska niiden yhteenlaskettu lisäys bruttokansantuotteeseen on yli 250 milj. €. Lisäksi biojalostamohankkeiden on arvioitu synnyttävän teknologiavientiä, joka lisää hankkeiden kansantaloudellista merkitystä.

Tekstiiliekosysteeminen korkean kasvun potentiaalia on seuraavassa tarkasteltu oletettujen markkinamuutosten, teknologiakehityksen, sekä lajittelukeskusten mahdollistaman yrityskeskittymien syntyminen avulla rakennetun tulevaisuuskuvan kautta.

Kierrätysmateriaalien kysynnän kasvu tekstiilien markkinoilla

Tekstiilijäte- ja sivuvirtojen kierrätyksen ympärille rakentuvan ekosysteemin kasvua vauhdittavia muutostekijöitä ovat EU:n tekstiilien erilliskeräykseen liittyvä direktiivi, potentiaaliset tekstiilijätteen tuontikiellot esimerkiksi Afrikkaan tai Aasian, puuvillaraaka-aineen hinnanvaihtelut ja ympäristö vaikutukset, kuluttajien kasvava ympäristötietoisuus sekä läpinäkyvyyden ja vastuullisuuden vaatimukset ja tekstiilien tuottajavastuun laajentuminen. Lisäksi palvelullistuminen ja uudet palvelumallit sekä digitalisaation mahdollistamat tunniste- ja seurantaratkaisujen kehittyminen vauhdittavat tekstiilijäte- ja sivuvirtojen hyödyntämistä.

Tekstiiliekosysteemin kasvua vauhdittaa tekstiilien kierrätykseen ja uudelleenkäyttöön kohdistuvan kysynnän kasvu johtuen puuvillan maailmanmarkkinahinnan heilahteluista ja tekstiiliteollisuuden negatiivista ympäristökuormituksesta. Kuluttajien vaatimuksilla on keskeinen rooli uusien liiketoimintamallien käyttöönotossa. Lisäksi EU:n 2025 voimaan astuva tekstiilien erilliskeräystä koskeva direktiivi lisää tekstiilien kierrätystä (Euroopan Komissio, 2019).

Selluloosapohjaisten tekstiilikuitujen globaalia kärkeisaamista

Muodostuvan tekstiiliekosysteemin on mahdollista nousta globaalisti johtavaksi tekstiilien kierrätysteknologioiden sekä tekstiilien uusiokäyttöön perustuvien materiaalien, tuotteiden ja palvelujen kehittäjäksi ja tuottajaksi. Ekosysteemin ydintoiminta tuottaa kemiallisen kierrätyksen prosessien avulla kierrätyspaperista ja -kartongista puuvillaa korvaavia biopohjaisia tekstiilikuituja (esim. silla) vientiin. Tuotteelle on kasvavaa kysyntää, sillä Euroopan Unionissa on astumassa voimaan tekstiilien uusiokäyttöä koskeva velvoite. Lisäksi suomalaiset ekosysteemin toimijat ovat maailman johtavia poistotekstiilien kemiallisen prosessoinnin teknologiatoimittajia Poistotekstiilien

kemiallisella prosessoinnilla on vahvoja synergiaetuja puupohjaisia tekstiilikuituja tuottavan teollisuuden kanssa, ja tekstiilintuotanto on noussut näkyvästi metsäteollisuuden agendalle, joka on 2010-luvun alkupuolelta lähtien keskittänyt tutkimus- ja kehitystoimiaan uusiin arvonluontimahdollisuuksiin. Tekstiilintuotanto nostaa metsäteollisuuden jalostusarvoa, ja parhaillaan on suunnitteilla avata puupohjaisten tekstiilikuitujen tuotantolinjoja. Kehitystä tukee myös tekstiilialan materiaali- ja design-osaimien yhdistäminen ja suuntaaminen erityisesti uusien kestävästi kiertävien tekstiilimateriaalien ja -tuotteiden kehittämiseen sekä suunnitteluun.

Lajittelukeskusten muodostama mahdollisuus alueellisten tekstiilialan pk-yritysten syntymiselle

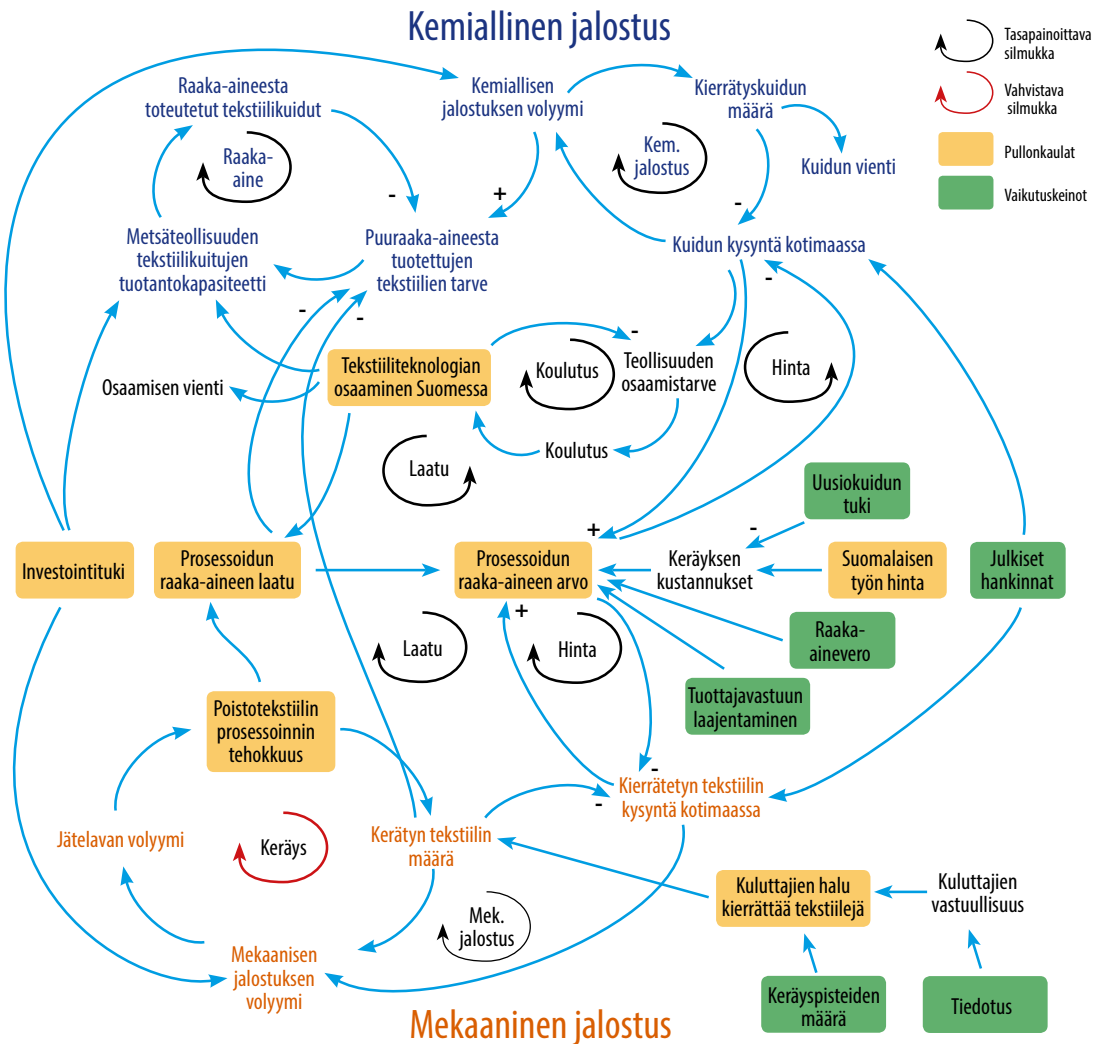
Tehostunut poistotekstiilien keräys voi tuottaa Suomeen myös uudenlaista paikallista tekstiiliteollisuutta. Kehittämällä digitaalisia, poistotekstiilien keruulaitosten ylläpitämiä materiaalialustoja, tieto saatavilla olevista materiaaleista on avoimesti eri toimijoiden hyödynnettävänä. Ennen kaikkea alueelliset, eri tekstiilijakeita hyödyntävät pk-yritykset hyötyvät materiaalialustan sisältämästä tiedosta. Puhdas puuvillakuitu menee suurelta osin kemialliseen kierrätykseen, mutta osa siitä voidaan kehittää langaksi. Sekoitekuituja hyödyntävät yritykset voivat tuottaa niistä mekaanisen käsittelyn avulla mm. kuitukankaita teollisuuden käyttöön. Tuotannon määrä voi jopa kolminkertaistua 2010-luvun lopun tuotantomääristä.

Tekstiiliekosysteemin kasvun keinot

Tekstiiliekosysteemin kasvu ja liiketoimintapotentiaali ovat riippuvaisia kerätyn tekstiilin määrästä. Kotimaiset poistotekstiilivirrat ovat Suomen kaltaisessa pienessä valtiossa ovat rajalliset ja tehokasta sekä arvoa tuottavaa jatkojalostukseen ja/tai uusiokäyttöön perustuvaa liiketoimintaa varten poistotekstiilejä on tuotava myös Suomen ulkopuolelta. Investoinnit tekstiilien keräyksen, lajittelun ja mekaanisen prosessoinnin suuren mittakaavan laitoksen perustamiseen mahdollistavat poistotekstiilien keräyksen lähialueita (Pohjoismaista ja Baltiasta). Pitkäjänteisen automaatioon ja tunnistus- ja erotusteknologiaan kohdistuvan tutkimus- ja kehitystuen avulla kehitetään automaattista lajittelulinjastoa, joka nostaa Suomen yhdeksi johtavista kansainvälisistä tekstiilien lajitteluteknologian toimittajista.

Laadullisen systeemidynaamisen mallin avulla tarkasteltiin tekstiiliekosysteemin osatekijöitä, joihin politiikkatoimia kohdistamalla edesautetaan tekstiiliekosysteemin

kasvua ja positiivista kehittymistä kansantalouden tukipilariksi (kuva 18). Toimien ja panostusten kohdistuminen erityisesti tekstiiliteknologian osaamisen kasvattamiseen, sekä poistotekstiilien prosessoinnin tehokkuuteen edistävät ekosysteemin kehittymistä. Prosessoidun raaka-aineen arvolla ja sen lisäämisellä on keskeinen merkitys ekosysteemin arvontuottopotentiaaliin ja vaikutukseen bruttokansantuotteeseen. Vaikuttaminen kuluttajien asenteisiin ja vaatimuksiin edistää kierrätyskuituihin pohjautuvien uusien tuotteiden kysyntää ja markkinoille pääsyä.



Kuva 18. Tekstiiliekosysteemissä panostukset keräykseen kiihdyttävät muuta toimintaa ekosysteemissä (vahvistava silmukka) ja keräyksen kehittämiseen kannattaa panostaa.

10 Toimenpidesuosituks kiertotalouden liiketoiminnan ja arvonlisän kasvattamiseksi

Makro- ja mikrotaloudelliset analyysit osoittavat, että Suomella on hyvät mahdollisuudet kaksinkertaistaa kiertotalouden liikevaihto ja siihen liittyvän arvonlisän vuoteen 2030 mennessä. Tähän vaaditaan kuitenkin politiikkatoimien rohkeaa suuntaamista kohteisiin, jotka parhaiten voivat vastata kasvun haasteisiin. Huomattavaa on myös, että liiketoiminnan volyymi ja kasvu eivät ole ainoita kiertotalouden arvonlisän mittareita. Kiertotalouden merkitystä Suomen kilpailukyyn ja tuottavuuteen ja yleisen hyvinvoinnin lisääntymiseen tulisi arvioida myös epäsuoria vaikutuksia mitaavien indikaattoreiden avulla. Kiertotalous voi tuottaa pitkällä aikajänteellä myös välillisiä kansantaloushyötyjä silloin, kun se vähentää riippuvuuttamme fossiilisista tuontiraaka-aineista, alentaa materiaaleista vapautuvan hiilen kokonaismäärää sekä turvaa kansallista omavaraisuutta ja huoltovarmuutta. Kiertotalous on systeeminen muutos, joka muuttaa arvon tuoton käsitteen.

Materiaalikiertoihin perustuvan liiketoiminnan kasvupotentiaali on nykyisillä toimintatavoilla rajallinen. Liiketoiminta on usein alueellisten materiaalivirtojen varassa, jolloin kasvuun tarvittava kriittinen massa puuttuu. Kiertotalouden kasvu edellyttää skaalautuvia ratkaisuja, jotka soveltuvat vientiin. Kiertotalouden liiketoimintaa voidaan kasvattaa korvaamalla neitseellisten raaka-aineiden käyttöä jäte- ja sivuvirroista saatavilla uusioraaka-aineilla sekä synnyttämällä uutta liiketoimintaa vielä hyödyntämättömien uusiovirtojen varaan. Kiertotalouden nopeaan kasvuun tarvitaan vahvojen veturien kumppaneiksi innovatiivisia ja kasvuhakuisia teknologia- ja palveluyrityksiä kehittämään markkinoille lisäarvoa tuovia ratkaisuja ja uudistamaan veturiyritysten liiketoimintaa. Datan hyödyntäminen kiertotaloudessa tarjoaa uusia arvonluonnin mahdollisuuksia, mutta se vaatii uutta avoimuutta sekä

y yrityksiltä että julkisilta toimijoilta. Kansantaloudellisesti merkittävä kiertotalouden liikevaihdon kasvu vaatii yritystoiminnan ulottumista eurooppalaisille tai globaaleille markkinoille. Kiertotalouden mukainen toiminta yrityksissä auttaa niitä säilyttämään kilpailukykyä muuttuvassa markkinassa, jossa kestävä kehityksen mukainen toiminta on sisäistymässä uudeksi normaaliksi.

Materiaalikiertotalouden liikevaihto tällä hetkellä ylittää 10 mrd. € vuositasolla. Sen parissa toimii yli 500 yritystä. Osa toiminnasta on ekosysteemistä. Kiertotalouden ekosysteeminen liiketoiminta Suomessa on pääsääntöisesti alueellista, pienten ja keskisuurten yritysten toimintaa. Merkittävään kasvuun tarvitaan kiertotalousratkaisujen riittävä kysyntä ja tarjonta markkinoilla, mahdollisuus teollisen mittakaavan toimintaan, kyky tuottaa uudennlaisia ratkaisuja ja kasvuhaluutta. Uudennlaisia, materiaalien arvon säilyttämisen ja jakamisen kiertotalousratkaisut sekä toimijoiden välinen tiivis yhteistyö haastavat olemassa olevaa, vakiintunutta toimintaympäristöä. Erikoistuneet ja innovatiiviset ekosysteemit menestyvät markkinoilla, minkä vuoksi uusiin tuotteisiin ja palveluihin kannustavat politiikkatoimet nousevat keskeisiksi kasvun kannustimiksi. Uusioraaka-aineiden ja kiertotaloustuotteiden ja palvelujen markkinoiden luomiseen ja tukemiseen tähtäävät politiikkakeinot nousevat innovaatiokannustimien rinnalle keskeisiksi keinoiksi ekosysteemien liiketoiminnan kasvattamisessa. Ekosysteeminen toiminta ei ole itsearvo liiketoiminnan kasvulle yksittäisen yrityksen näkökulmasta, mutta se on välttämätöntä kiertotalouden vaatimassa systeemissä muutoksessa.

Materiaalikiertotalouden liiketoiminnan kokonaispotentiaali seuraavien lähivuosien aikana rakentuu monista liiketoiminnoista eri toimialoilla. Kuluttajien kulutuskäyttäytymisellä ja vaatimuksilla on suuri ja kasvava merkitys kiertotalouden vaatiman muutoksen toteutumiseen. Kiertotalouteen perustuvan kasvun aikaansaaminen vaatii nykyisten toimien lisäksi myös uusia liiketoimintamalleja, innovatiivisten jatkojalostustuotteiden ja palveluiden kehittämistä sekä kuluttajien kytkemistä arvoketjun tiiviiksi osaksi. Kiertotalouden toimintamallien käyttöönotto yritystoiminnassa eri toimialoilla vaikuttaa myönteisesti bruttokansantuotteen kehitykseen ylläpitämällä yritysten ja teollisuussektoreiden kilpailukykyä yhä ympäristötietoisemmassa ja sääntelyn haastamassa markkinassa, korvaamalla fossiilisia tuontirauka-aineita kierrätysraaka-aineilla kotimaassa tapahtuvassa tuotannossa ja luomalla innovaatioihin perustuvaa uutta liiketoimintaa.

Siirtymä kiertotalouteen vaatii julkisen sektorin ja muiden toimijoiden tiivistä yhteistyötä. Lisäksi tarvitaan systeemisen muutoksen tukemisen politiikkakeinoja. Julkinen sektori voi politiikkatoimenpiteiden lisäksi edistää kiertotaloutta omistajan, tietovaikuttajan tai rahoittajan roolissa. Kiertotalouden liiketoiminnan kasvun edistämiseksi suositellaan seuraavien innovaatiopoliittisten ja sääntelytoimenpiteiden käyttöönottoa ja tehostamista:

1. Pitkäjänteinen TKI-tuki ja kannusteet. Kiertotalouden toteutus ja kasvuvuorientoitunut liiketoiminnan kehitys vaativat yhteistyötä yritysten, päätöksentekijöiden ja TKI-toimijoiden välillä. Pysyvää kilpailuetua globaalisti saadaan innovaatiolähtöisestä käänteentekevistä liiketoiminnasta. Tähän tarvitaan pitkäjänteistä, innovaatioiden kehitystä tukevaa TKI-toimintaa, joka edesauttaa liiketoiminnan syntymistä ja ekosysteemien muodostumista. Olemassa olevia TKI- instrumentteja tulisi suunnata uudelleen tavoitehakuiseen ja innovaatiolähtöiseen PPP (public private partnership) toimintaan. Rahoitusta tulisi lisäksi kanavoida valituihin, ilmiölähtöisiin suurempiin kokonaisuuksiin, joissa pääpaino on tulevaisuuden ratkaisuja tuottavassa soveltavassa tutkimuksessa. TKI-tuki ratkaisujen pilotoinnissa ja demonstroinnissa edesauttaa tutkimuksen nopeaa pääsyä elinkeinoelämän ja yhteiskunnan käyttöön. Rahoittajien välistä saumatonta yhteistyötä ja eri tutkimusinstrumenttien yhteensovittamista tulee kehittää entisestään (esimerkiksi Business Finlandin ja Suomen Akatemian rahoitusinstrumentit). Strategisia kehittämiskohteita ovat esimerkiksi digitaalisten ratkaisujen ja tekoälyn soveltaminen kiertotaloudessa, muovin- ja tekstiilien kierrot sekä raaka-ainevirtojen jatkojalostus arvotuotteiksi, hiilidioksidin talteenottoteknologiat ja jatkojalostus elintarvikkeiksi, materiaaleiksi ja energiaksi, fossiilista muovia korvaavat ratkaisut, metallien ja kriittisten arvoaineiden erotus-, uudelleenkäyttö ja korvaus sekä koko arvoketjun kattava ekosunnittelu. Ehdotetut vastuutahot: TEM, OKM, MMM, YM, Business Finland ja Suomen Akatemia.

2. Kiertotalouden investointirahoitus ja -tuki. Markkinaehtoiset pääomasisjoituskriteerit eivät tue isojen ja hitaasti tuloutuvien kiertotalousinvestointien toteutusta yrityksissä. Tarvitaan investointirahoitusta, joka sallii hitaamman kasvun ja alhaisemman pääoman tuoton, jotta suuren volyymin sivu- jätevirrat saadaan teollisessa mittakaavassa käyttöön. Julki-

set pääomasijoittajat (esim. Teollisuussijoitus ja Finnish Minerals Group) voivat tarjota erityisehdoilla rahoitusta kiertotalouden investointeihin ja jakaa riskiä markkinaehtoisesti toimivien pääomasijoittajien ja muiden rahoittajien kanssa. Lisäksi markkinaehtoisesti toimivien pääomasijoittajien rahoituksen saatavuuteen voitaisiin vaikuttaa erilaisten kiertotalouteen liittyvien kannustimien avulla, esimerkiksi valtion korkotukilainojen ulottaminen kiertotalouteen. Ehdotetut vastuutahot: TEM, VM, VAKE, TESI ja Finnvera.

3. Nopeat kokeilut ja pilotointitoiminta. Suomen kotimarkkina on rajallinen. Liiketoiminnan merkittävä kasvu tapahtuu globaaleilla vientimarkkinoilla. Kansainvälisille markkinoille pääsy vaatii yleensä riittäviä referenssejä ratkaisun toimivuudesta ja liiketoiminnasta sekä kotimaassa että kohdemarkkinassa. Liiketoiminnallisiin kokonaisuuksiin keskittyvällä kokeilu- ja pilotointitoiminnalla kehitetään ja validoidaan kiertotalouden kaupallistamiseen tähtäviä, skaalautuvia ratkaisuja. Kuluttajakäyttäytymisen ja -näkökulman huomiointi on kokeiluissa tärkeää. Kansainvälisesti kilpailukykyiset pilotointiympäristöt ja korkeatasoisen osaamisen kriittinen massa houkuttelevat investointeja Suomeen. Lisäksi kokeilut, joilla edistetään isojen ja pienten toimijoiden aitoa ja tasavertaista ekosysteemistä yhteistoimintaa, nopeuttavat kiertotalouden liiketoiminnan kasvua ja pienten toimijoiden pääsyä kansainvälisille markkinoille. Käytettävillä keinoilla tulee varmistaa toimijoiden mahdollisuus käyttää korkeatasoisia kokeilu- ja pilottiympäristöjä uusien konseptien kehittämiseen ja validointiin. Etenkin pk-yritysten mahdollisuutta hyödyntää pilottiympäristöjä voidaan edesauttaa erilaisten rahoitusinstrumenttien avulla. Näitä voivat olla esimerkiksi riittävän suuret pilot-voucherit tai kiertotalouden liiketoimintaa vauhdittamaan perustettavat kiertotalousklinikka-instrumentit. Ehdotetut vastuutahot: maakunnat ja kaupungit ja Business Finland.

4. Innovatiiviset julkiset hankinnat. Julkisten hankintojen vuosittainen arvo on yli 30 mrd. Ne tarjoavat vaikuttavuudeltaan suuren mahdollisuuden kiertotalousratkaisujen soveltamiseen ja kysynnän luontiin. Kunnat, kaupungit ja julkiset hankintayksiköt tulisi velvoittaa erillismenettelyllä suunnittelemaan julkiset hankintansa siten, että tietty osuus hankinnoista toteutetaan asetettujen kiertotalouskriteerien pohjalta, esimer-

kiksi sivuvirta- ja kierrätysmateriaalien osuus tuotteissa. Innovatiivisten julkisten hankintojen avulla voidaan tukea myös uusien, kiertotalouden liiketoimintamallien kehitystä esimerkiksi suunnittelemalla hankinnat palvelupohjaisiksi. Hankintaan liittyvät kiertotalouskriteerit sekä hankintaprosessi tulisi määrittää ministeriöiden ja julkisten hankintayksiköiden yhteistyönä. Riittävällä koulutuksella varmistetaan kiertotaloutta tukevien hankintojen osaaminen kilpailuttavissa yksiköissä. Ehdotetut vastuutahot: TEM, VM ja julkiset hankintayksiköt ja -organisaatiot.

5. Luvituksen ja valvonnan valtakunnallinen yhdenmukaistaminen ja prosessien nopeuttaminen sekä kevyemmän sääntelyn kokeilut.

Markkinoille pääsyn nopeus on liiketoiminnan käynnistämisessä ratkaisevaa, ja kokeilujen mahdollistaminen kevyemmällä sääntelyllä sekä varsinaisen liiketoiminnan ripeä luvitus tuovat kilpailuetua kansainvälisille markkinoille pääsyyn. Pitkäjänteinen sääntelypolitiikka sekä yhdenmukaiset ja linjakkaat lupapäätökset ja valvonta alentavat yrityksen investointiriskiä. Yhteistyötä, harmonisoitua toimintaa ja tiedonvaihtoa tulee lisätä luvittavan ja valvovan viranomaisten välillä ja hallintoalueiden yli. Ehdotetut vastuutahot: ministeriöt, ELY ja AVI.

6. Suomen hiilineutraalisuus 2035 -tavoitetta tukevat kannustimet. Suomi on asettanut itselleen kunnianhimoisen tavoitteen olla hiilineutraali yhteiskunta vuoteen 2035 mennessä. Resurssitehokasta kiertotaloutta edistetään kannustimilla, jotka kiihdyttävät teollisuuden ja muiden toimijoiden hiilidioksidipäästöjen merkittävää vähentämistä sekä edistävät hiilidioksidin ja muiden C1-yhdisteiden talteenottoa ja hyödyntämistä raaka-aineena. Kannustimet voivat olla hyvityksiä ja tukia uusien ratkaisuiden käyttöönotolle hiilidioksidin talteenoton ja hyötykäytön edistämiseksi sekä kierrätystuotteiden käytön yleistämiseksi. Ehdotetut vastuutahot: TEM, YM, VM, kunnat ja kaupungit.

7. Vapaaehtoisten Green deal-sopimusten ja sektoriaalisten sopimusten vauhdittaminen. Julkisen ja yksityisen sektorin välisillä sopimuksilla edistetään kestävästä liiketoimintaa ja muutosta kohti kiertotaloutta. Julkisen ja yksityisen sektorin välisten kiertotalouden yhteishankkeiden tunnistamista ja niihin sitoutumista voidaan vauhdittaa Keino-osaamiskeskuksen toimesta silloin, kun ne liittyvät julkisiin hankintoihin. Green

deal-sopimuksilla myös kuluttajat saadaan mukaan kiertotalouden edistämistalkoisiin, mikä muokkaa markkinoita kohti kiertotaloutta. Sektoriaalisten sopimusten avulla julkinen ja yksityinen sektori määrittää sektoria koskevat yhteiset tavoitteet, joita edistetään yhdessä sovitulla tavalla. Sektoriaalisten sopimusten tavoitteiden saavuttamista voidaan tukea ministeriöiden kehittämisrahastojen avulla. Muita sitoumuksia voidaan edistää kiertotalouden edistämisohjelman teemaryhmäksi perustettavan ministeriöiden ja toimialajärjestöjen välisen Green deal-foorumin toimesta. Ehdotetut vastuutahot: Keino-osaamiskeskus, TEM, MMM, YM, kaupungit ja kunnat.

Kiertotalouden systeeminen muutos on pitkäjänteinen prosessi ja vaatii kaikkien osapuolten sitoutumisen tavoitteisiin ja niiden toimeenpanemiseen. Poliittikkatoimet tulisi koota kokonaisuuksiksi, jotka ohjaavat samansuuntaisesti kohti tavoiteltuja vaikutuksia ja siirtymää kiertotalouteen. Toimenpidekokonaisuuksilla voidaan ohjata yhteiskuntaa kohti kiertotalouden systeemistä muutosta. Valittujen poliittikkatoimien taloudellisia, sosiaalisia ja ympäristövaikutuksia tulee kuitenkin jatkuvasti seurata ja arvioida sekä uudelleen suunnata tarvittaessa muutoksen aikaansaamiseksi.

11 Viiteluettelo

- Circular Flanders (2019) Together towards a circular economy in Flanders. Saatavissa: <https://vlaanderen-circulair.be/en> (Viitattu: 19. elokuuta 2019).
- Ellen MacArthur Foundation, 2015: Growth within: a circular economy vision for a competitive europe https://www.ellenmacarthurfoundation.org/assets/downloads/publications/EllenMacArthur-Foundation_Growth-Within_July15.pdf
- Euroopan komissio (2015) Kiertokunta - Kiertotaloutta koskeva EU:n toimintasuunnitelma. Saatavissa: https://eur-lex.europa.eu/resource.html?uri=cellar:8a8ef5e8-99a0-11e5-b3b7-01aa-75ed71a1.0013.02/DOC_1&format=PDF.
- Euroopan komissio (2016a) Ekologista suunnittelua koskeva työsuunnitelma vuosiksi 2016–2019. Saatavissa: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/FI/TXT/PDF/?uri=CELEX:52016DC0773&from=EN> (Viitattu: 16. elokuuta 2019).
- Euroopan komissio (2016b) Clean Energy For All Europeans. Saatavissa: https://eur-lex.europa.eu/resource.html?uri=cellar:fa6ea15b-b7b0-11e6-9e3c-01aa75ed71a1.0001.02/DOC_3&format=PDF.
- Euroopan komissio (2018a) Measuring circular economy - new metrics for development? https://ec.europa.eu/newsroom/ENV/item-detail.cfm?item_id=624232&newsletter_id=300&utm_source=env_newsletter&utm_medium=email&utm_campaign=Beyond%20GDP&utm_content=Measuring%20circular%20economy%20-%20new%20metrics%20for%20development&lang=en
- Euroopan komissio (2018b) A Clean Planet for all: A European long-term strategic vision for a prosperous, modern, competitive and climate neutral economy. Saatavissa: https://ec.europa.eu/clima/sites/clima/files/docs/pages/com_2018_733_analysis_in_support_en_0.pdf (Viitattu: 19. elokuuta 2019).
- Euroopan komissio (2018c) Kestävä biotalous Euroopalle: talouden, yhteiskunnan ja ympäristön välisen yhteyden lujittaminen. doi: 10.3390/su10061745.
- Euroopan komissio (2018d) EU:n strategia muoveista kiertotaloudessa. Saatavissa: <https://ec.europa.eu/transparency/regdoc/rep/1/2018/FI/COM-2018-28-F1-FI-MAIN-PART-1.PDF>.
- Euroopan komissio (2019a) New energy efficiency labels explained. Saatavissa: https://europa.eu/rapid/press-release_MEMO-19-1596_en.htm (Viitattu: 16. elokuuta 2019).
- Euroopan komissio (2019b) Circular Economy Strategy - Implementation of the Circular Economy Action Plan. Saatavissa: https://ec.europa.eu/environment/circular-economy/index_en.htm (Viitattu: 16. elokuuta 2019).
- Euroopan komissio (2019c) Waste Framework Directive - End-of-waste criteria. Saatavissa: https://ec.europa.eu/environment/waste/framework/end_of_waste.htm (Viitattu: 19. elokuuta 2019).
- Euroopan parlamentti ja neuvosto (2009) Direktiivi 2009/125/EY, energiaan liittyvien tuotteiden ekologiselle suunnittelulle asetettavien vaatimusten puitteista (uudelleenlaadittu). annettu 21 päivänä lokakuuta 2009.
- Euroopan parlamentti ja neuvosto (2008) Directive 2008/98/EC of the European Parliament and of the Council of 19 November 2008 on waste and repealing certain Directives. Saatavissa: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:02008L0098-20150731&from=EN> (Viitattu: 19. elokuuta 2019).
- Euroopan parlamentti ja neuvosto (2008) jätteistä ja tiettyjen direktiivien kumoamisesta. Saatavissa: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/FI/TXT/PDF/?uri=CELEX:32008L0098&from=EN> (Viitattu: 16. elokuuta 2019).
- Euroopan ympäristövirasto (2018) Trends and projections in Europe 2018: Tracking progress towards Europe's climate and energy targets. doi: 10.2800/931891.
- Federal Ministry for the Environment, Nature Conservation, Building and Nuclear Safety (BMUB) (2016), German Resource Efficiency Programme II. Saatavissa: https://www.bmu.de/fileadmin/Daten_BMU/Pool/Broschueren/german_resource_efficiency_programme_ii_bf.pdf (Viitattu: 19. elokuuta 2019).
- Government of the Netherlands (2016). A Circular Economy in the Netherlands by 2050. Saatavissa: <https://www.government.nl/documents/policy-notes/2016/09/14/a-circular-economy-in-the-netherlands-by-2050>.

- Government of the Netherlands, Netherlands Enterprise Agency, RVO. Saatavissa: <https://business.gov.nl/subsidy/green-deal/>. (Viitattu 10. syyskuuta, 2019).
- Hu, J., Moghayer, S., Reynes, F. (2015) Report about integrated scenario interpretation EXIOMOD / LP-JmL results.
- IPCC Intergovernmental Panel on Climate Change (2018) Global Warming of 1.5°C. An IPCC Special Report on the impacts of global warming of 1.5°C above pre-industrial levels and related global greenhouse gas emission pathways, in the context of strengthening the global response to the threat of climate change. ss. 1–630. https://report.ipcc.ch/sr15/pdf/sr15_spm_final.pdf, 2018
- IPCC Intergovernmental Panel on Climate Change (2019): Climate change and land. <https://www.ipcc.ch/report/srccl/2019>
- Jacobides, M. G., Cennamo, C., Gawer, A. (2018) "Towards a theory of ecosystems", Strategic Management Journal. John Wiley & Sons, Ltd, 39(8), ss. 2255–2276. doi: 10.1002/smj.2904.
- Kaihovaara, A., Haila, K., Noro, K., Salminen, V., Härmälä, V., Halme, K., Mikkela, K., Saarnivaara, V-P., H Pekkala, H. (2017) Innovaatioekosysteemit elinkeinoelämän ja tutkimuksen yhteistyön vahvistajina. Saatavissa: https://tietokayttoon.fi/documents/10616/3866814/28_innovaatioekosysteemit-elinkeinoelaman-ja-tutkimuksen-yhteistyon-vahvistajina_kuvamuokattu.pdf/f401dd477-d967-44c2-bd57-a74c0f43f095?version=1.0.
- Kaihovaara, A., Härmälä, V., Salminen, V. (2016) "Mitä innovaatioekosysteemit ovat ja miten niitä voi kehittää?", VNK Policy Brief 15/2016. Saatavissa: <https://tietokayttoon.fi/documents/1927382/2116852/Mitä+innovaatioekosysteemit+ovat+ja+miten+niitä+voi+kehittää/feec-b2aa-d56e-441d-aa2e-15f5bd18d59b?version=1.0> (Viitattu: 19. elokuuta 2019).
- London Waste and Recycling Board (2017) London's Circular Economy Route Map. Saatavissa: https://www.lwarb.gov.uk/wp-content/uploads/2015/04/LWARB-London's-CE-route-map_16.6.17a_singlepages_sml.pdf (Viitattu: 19. elokuuta 2019).
- Luoma, P., Larvus, L., Hjelt, M., Päällysaho, M., Aho, M. (2015) Miten kiertotalouden kehitystä mitataan? Saatavissa: <https://www.sitra.fi/julkaisut/Selvityksiä-sarja/Selvityksiä84.pdf> (Viitattu: 19. elokuuta 2019).
- Meyer, I., Sommer, M., Kratena, K., Tesa, M., Neubauer, C. (2016) Volkswirtschaftliche Effekte durch Recycling ausgewählter Altstoffe und Abfälle. <https://ideas.repec.org/b/wfo/wstudy/59158.html>
- Ympäristöministeriö (2017) Kiertotalouden Toimenpideohjelma. Saatavissa: <http://www.ym.fi/download/noname/%7B9496AD91-E6CC-4892-AE4A-462F538B6611%7D/132802>.
- Työ- ja elinkeinoministeriö (2014) Suomen biotalousstrategia. Saatavissa: http://www.biotalous.fi/wp-content/uploads/2015/01/Suomen_biotalousstrategia_2014.pdf (Viitattu: 16. elokuuta 2019).
- Moore, J. F. (1993) Predators and Prey: A New Ecology of Competition. Harvard Business Review, (May–June). Saatavissa: <https://hbr.org/1993/05/predators-and-prey-a-new-ecology-of-competition> (Viitattu: 19. elokuuta 2019).
- OECD (2019) Taxing energy use 2019. Using taxes for climate action. Saatavissa: <https://www.oecd.org/ctp/taxing-energy-use-efde7a25-en.htm> (Viitattu 12.11.2019)
- Russell, M., Still, K., Huhtamäki, J., Yu, J., Rubens, N. (2011) Transforming Innovation Ecosystems through Shared Vision and Network Orchestration - Tampere University of Technology", teoksessa Proceedings of the Triple Helix IX International Conference: Silicon Valley: Global Model or Unique Anomaly? 11-14 July, 2011, Stanford, California, USA, ss. 1–21.
- Schandl, H. Hatfield-Dodds, S., Wiedmann, T., Geschke, A., Cai, Y., West, J., Newth, D., Baynes, T., Lenzen, M., Owen, A. (2016) Decoupling global environmental pressure and economic growth: scenarios for energy use, materials use and carbon emissions. Journal of Cleaner Production. doi: 10.1016/j.jclepro.2015.06.100.
- Seppälä, J. Sahimaa, O., Honkatukia, J., Valve, H., Antikainen, R., Kautto, P., Myllymaa, T., Mäenpää, I., Salmenperä, H., Alhola, K., Kauppila, J., Salminen, J. (2016) Kiertotalous Suomessa – toimintaympäristö, ohjauskeinot ja mallinnetut vaikutukset vuoteen 2030. Saatavissa: https://tietokayttoon.fi:8443/documents/10616/2009122/25_Kiertotalous+Suomessa.pdf/5a942ae7-9ec8-4b54-a079-f99c8ba2f8f1/25_Kiertotalous+Suomessa.pdf.pdf?version=1.0 (Viitattu: 16. elokuuta 2019).
- Simons, M., Honkatukia, J., Antikainen, R., Hippinen, I., Merenheimo, T., Lehtomaa, J., Kautto, P., Mikkola, M., Tikkanen, S., Salmenperä, H. (2018) Taloudelliset ohjauskeinot kiertotalouden arvoketjuissa. Saatavissa: http://julkaisut.valtioneuvosto.fi/bitstream/handle/10024/160994/54-2018-Taloudelliset_ohjauskeinot_kiertotalouden_arvoketjuissa.pdf (Viitattu: 19. elokuuta 2019).

- Sitra (2016) Kierrolla kärkeen – Suomen tiekartta kiertotalouteen 2016–2025. Saatavissa: <https://www.sitra.fi/julkaisut/kierrolla-karkeen/>.
- Sitra (2017) Unohtakaa yksin yrittäminen, uusi kasvu syntyy ekosysteemeissä - Sitra. Saatavissa: <https://www.sitra.fi/artikkelit/unohtakaa-yksin-yrittaminen-uusi-kasvu-syntyy-ekosysteemeissa/> (Viitattu: 19. elokuuta 2019).
- Simons, M., Honkatukia, J., Antikainen, R., Hippinen, I., Merenheimo, T., Lehtomaa, J., Kautto, P., Mikkola, M., Tikkanen, S., Salmenperä, H. (2018) Taloudelliset ohjauskeinot kiertotalouden arvoketjuissa. Saatavissa: http://julkaisut.valtioneuvosto.fi/bitstream/handle/10024/160994/54-2018-Taloudelliset_ohjauskeinot_kiertotalouden_arvoketjuissa.pdf (Viitattu: 19. elokuuta 2019).
- Smorodinskaya, N. Russell, M., Katukov, D., Still, K. (2017) Innovation Ecosystems vs. Innovation Systems in Terms of Collaboration and Co-creation of Value., teoksessa Hawaii International Conference on System Sciences. Saatavissa: <http://hdl.handle.net/10125/41798> (Viitattu: 19. elokuuta 2019).
- Suominen, A., Seppänen, M., Dedehayir, O. (2019) A bibliometric review on innovation systems and ecosystems: a research agenda. European Journal on Innovation Management 22,2.
- Työ- ja elinkeinoministeriö (2017) Valtioneuvoston selonteko kansallisesta energia- ja ilmastostrategiasta vuoteen 2030. Saatavissa: http://julkaisut.valtioneuvosto.fi/bitstream/handle/10024/79189/TEMjul_4_2017_verkkojulkaisu.pdf?sequence=1&isAllowed=y.
- Työ- ja elinkeinoministeriö (2018a) Kiertotalouden investointi- ja kehittämisavustus. Saatavissa: <https://tem.fi/kiertotaloustuki> (Viitattu: 19. elokuuta 2019).
- Työ- ja elinkeinoministeriö (2018b) KEINO-osaamiskeskus. Saatavissa: <https://www.hankinnat.fi/ajan-kohtaista/2018/keino-osaamiskeskus-aloittanut-toimintansa> (Viitattu 10. syyskuuta 2019)
- Tikkanen, S., Antikainen, R., Kautto, P. ja Salmenperä, H. (2018) Katsaus kiertotalouden mahdollisiin taloudellisiin ohjauskeinoihin. Saatavissa: <https://tietokayttoon.fi/document-s/10616/6354562/4-2018-Katsaus+kiertotalouden+mahdollisiin+taloudellisiin+ohjauskeinoihin/cf91bf6d-6ab1-4a78-874a-886901311e8a?version=1.0> (Viitattu: 19. elokuuta 2019).
- Valkokari, K. (2015) Business, Innovation, and Knowledge Ecosystems: How They Differ and How to Survive and Thrive within Them. Technology Innovation Management Review, 5(8), ss. 17–24. doi: 10.22215/timreview/919.
- Valkokari, K. (2019) Elävä ekosysteemi on moniääninen - löysimme viisi elävän ekosysteemin ominaisuutta. Saatavissa: <https://vttblog.com/2019/01/15/elava-ekosysteemi-on-moniaaninen-loysimme-viisi-elavan-ekosysteemin-ominaisuutta/> (Viitattu: 19. elokuuta 2019).
- Valtioneuvosto (2019) Osallistava ja osaava Suomi – sosiaalisesti, taloudellisesti ja ekologisesti kestävä yhteiskunta - Artikkelit - Valtioneuvosto. Saatavissa: https://valtioneuvosto.fi/artikkeli/-/asset_publisher/10616/sallistava-ja-osaava-suomi-sosiaalisesti-taloudellisesti-ja-ekologisesti-kestava-yhteiskunta (Viitattu: 16. elokuuta 2019).
- Valtioneuvoston asetus eräiden jätteiden hyödyntämisestä maarakentamisessa 2017 843/2017. <https://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2017/20170843>
- Ympäristösuojelulaki 2014/527. <https://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/2014/20140527>
- Ympäristöministeriö (2018) Vähennä, vältä, kierrätä ja korvaa - muovitiekartta Suomelle. Saatavissa: https://www.ym.fi/fi-FI/Ajankohtaista/Tiedotteet/Vahenna_valta_kierrata_ja_korvaa_muoviti48210 (Viitattu: 16. elokuuta 2019).
- Ympäristömerkintä Suomi Oy (2019): Tietoa meistä. <https://joutsenmerkki.fi/tietoa-meista/> (viitattu 20. lokakuuta 2019).

12 Kirjallisuutta

- Action plan for circular economy in Portugal: 2017-2020 (2017). Saatavissa: https://circulareconomy.europa.eu/platform/sites/default/files/strategy_-_portuguese_action_plan_paec_en_version_3.pdf (Viitattu: 19. elokuuta 2019).
- Arponen, J., Juvonen, L. ja Vanne, P. (2018) Circular economy business models for the manufacturing industry Circular Economy Playbook for Finnish SMEs. Saatavissa: http://www.kasvuakiertotaloudesta.fi/wp-content/uploads/2018/09/Circular-Economy-Playbook-for-Manufacturing_v1.pdf.
- Berg, J. (2016) ETL:n jäte- ja sivuvirtaselvitys 2016. Saatavissa: http://www.etl.fi/media/aineistot/raportit-ja-katsaukset/etl-jate-ja-sivuvirtaselvitys_2016.pdf.
- Bockermann, A. Meyer, B., Omann, I., Spangenberg, J. (2005) "Modelling sustainability. Comparing an econometric (PANTA RHEI) and a systems dynamics model (SuE)", Journal of Policy Modeling. doi: 10.1016/j.jpolmod.2004.11.002.
- Böhringer, C., Rutherford, T. (2015) The Circular Economy – An Economic Impact Assessment.
- Deloitte (2018) Kiertotalous energia-alalla. Saatavissa: https://energia.fi/files/2288/Deloitte_2018_-_Kiertotalous_energia-alalla_loppuraportti.pdf.
- Edquist, C. (2010) The Swedish Paradox - Unexploited Opportunities! CIRCLE Electronic Working Paper Series, 5/2010.
- EK (2016) Syty kiertotaloudesta! Saatavissa: https://ek.fi/wp-content/uploads/Syty_kiertotaloudesta_aukeamittain_web.pdf (Viitattu: 19. elokuuta 2019).
- Ellen MacArthur Foundation (2017) Circular Economy System Diagram. Saatavissa: <https://www.ellen-macarthurfoundation.org/circular-economy/infographic> (Viitattu: 9. syyskuuta 2019).
- Euroopan komissio (2014) Study on Modelling of the Economic and Environmental Impacts of Raw Material Consumption, Technical report 2014-2478. doi: 10.2779/77904.
- Euroopan komissio (2017) The role of waste-to-energy in the circular economy. Saatavissa: <https://ec.europa.eu/environment/waste/waste-to-energy.pdf> (Viitattu: 19. elokuuta 2019).
- Euroopan komissio (2018) EU Construction and Demolition Waste Protocol and Guidelines. Saatavissa: https://ec.europa.eu/growth/content/eu-construction-and-demolition-waste-protocol-0_en (Viitattu: 19. elokuuta 2019).
- Euroopan komissio (2018) "Kestävä biotalous Euroopalle: talouden, yhteiskunnan ja ympäristön välisen yhteyden lujittaminen". doi: 10.3390/su10061745.
- Euroopan komissio (2019) Construction and demolition waste. Saatavissa: https://ec.europa.eu/environment/waste/construction_demolition.htm (Viitattu: 16. elokuuta 2019).
- Euroopan komissio (2019) European Regional Development Fund. Saatavissa: https://ec.europa.eu/regional_policy/en/funding/erdf/ (Viitattu: 21. elokuuta 2019).
- Euroopan komissio (2019) Koheesiorahasto. Saatavissa: https://ec.europa.eu/regional_policy/fi/funding/cohesion-fund/ (Viitattu: 21. elokuuta 2019).
- Euroopan komissio (2019) Sustainability criteria | Energy. Saatavissa: <https://ec.europa.eu/energy/en/topics/renewable-energy/biofuels/sustainability-criteria> (Viitattu: 16. elokuuta 2019).
- Euroopan parlamentin ja neuvoston direktiivi 2010/75/EU (2010) Directive 2010/75/EU of the European Parliament and of the Council of 24 November 2010 on industrial emissions (integrated pollution prevention and control). Saatavissa: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX:32010L0075> (Viitattu: 19. elokuuta 2019).
- Eurostat (2016) Circular material use rate. Saatavissa: https://ec.europa.eu/eurostat/tgm/table.do?tab=table&init=1&language=en&pcode=cei_srm030&plugin=1 (Viitattu: 16. elokuuta 2019).
- Eurostat (2017) Trade in recyclable raw materials. Saatavissa: https://ec.europa.eu/eurostat/tgm/refreshTableAction.do?tab=table&plugin=1&pcode=cei_srm020&language=en (Viitattu: 16. elokuuta 2019).
- FISS (2019) Teolliset symbioosit - toimintamalli Suomessa. Saatavissa: <http://www.teollisetsymbioosit.fi/> (Viitattu: 19. elokuuta 2019).
- FVCA (Finnish Venture Capital Association, 2018); julkaisemattoman FVCA:n koostaman aineiston pohjalta tehdyt poiminnat kiertotalousyrityksiin tehdyistä sijoituksista
- Harlin, A. ym. (2018) "Cellulose goes digital".

- IEA (2019) Global Energy and CO2 Status Report - Renewables. Saatavissa: <https://www.iea.org/geco/renewables/> (Viitattu: 16. elokuuta 2019).
- Jacobsson, S., Lindholm-Dahlstrand, Å. ja Elg, L. (2013) "Is the commercialization of European academic R&D weak?—A critical assessment of a dominant belief and associated policy responses", *Research Policy*. North-Holland, 42(4), ss. 874–885. doi: 10.1016/J.RESPOL.2013.01.005.
- Kang, S. I., Kim, J. J. ja Masui, T. (2006) National CGE modeling for Resource Circular Economy.
- Kauppa Liitto (2018) Ympäristö, energia ja kemikaalit. Saatavissa: https://kauppa.fi/tietoa_kaupasta/toimintaympaeristoe/ymperistoe_energia_ja_kemikaalit (Viitattu: 19. elokuuta 2019).
- Lantto, R.; Järnefeldt, V., Tähtinen, M. (2018) "Going beyond a circular economy - A vision of a sustainable economy in which material, value and information are integrated and circulate together". Saatavissa: https://www.vtt.fi/inf/pdf/visions/2018/Going_beyond_a_circular_economy.pdf.
- Lehenkari, J., Naumanen, M., Oksanen, J., Loikkanen, T., Pellinen, P., Naumanen, N. (2019) "Tekbaro 2019", Tekniikan akateemiset TEK. Saatavissa: https://www.tek.fi/fi/cmris/browser?id=workspace%3A//SpacesStore/b860d330-cf24-4cb3-94b0-651cde9d54e8&filename=cmisattachments/TEKbaro_2019_koko_raportti.pdf.
- Luke (2019) Biomassa-atlas tuo biomassat Suomen kartalle ja kaikkien saataville. Saatavissa: <https://www.luke.fi/biomassa-atlas/> (Viitattu: 19. elokuuta 2019).
- Luke (2019) Biomassa-atlas tuo biomassat Suomen kartalle ja kaikkien saataville. Saatavissa: <https://www.luke.fi/biomassa-atlas/> (Viitattu: 19. elokuuta 2019).
- Masui, T. (2005) "Policy evaluations under environmental constraints using a computable general equilibrium model", teoksessa *European Journal of Operational Research*. doi: 10.1016/j.ejor.2004.07.002.
- Material Economics (2018) The Circular Economy - A Powerful Force for Climate Mitigation. Saatavissa: <https://media.sitra.fi/2018/06/12132041/the-circular-economy-a-powerful-force-for-climate-mitigation.pdf>.
- McCarthy, A., Dellink, R. ja Bibas, R. (2018) "The Macroeconomics of the Circular Economy Transition: A Critical Review of Modelling Approaches", *OECD Environment Working Papers*, No. 130. doi: 10.1787/af983f9a-en.
- Meyer, B., Distelkamp, M. ja Beringer, T. (2015) Report about integrated scenario interpretation GIN-FORS / LPJmL results.
- Meyer, B., Distelkamp, M. ja Meyer, M. (2010) "Martin Distelkamp Bernd Meyer Mark Meyer", MaRes.
- Motiva (2019) Materiaalitehokkuuden sitoumukset. Saatavissa: https://www.motiva.fi/ratkaisut/materiaalitehokkuus/materiaalitehokkuuden_sitoumukset (Viitattu: 19. elokuuta 2019).
- Nissinen, S. (2018) Business Finland vie kiertotalouden startupit maailmalle. Saatavissa: <https://www.businessfinland.fi/ajankohtaista/blogs/2018/business-finland-vie-kiertotalouden-startupit-maailmalle/> (Viitattu: 19. elokuuta 2019).
- Okushima, S. ja Yamashita, H. (2005) "A GENERAL EQUILIBRIUM ANALYSIS OF WASTE MANAGEMENT POLICY IN JAPAN A GENERAL EQUILIBRIUM ANALYSIS OF WASTE MANAGEMENT POLICY IN JAPAN*", Source: Hitotsubashi Journal of Economics Hitotsubashi Journal of Economics.
- Ormala, E. (2019) "Suomen kilpailukyvyyn ja talouskasvun turvaaminen 2020-luvulla", Työ- ja elinkeinoministeriön julkaisuja 2019:1.
- Plastics Recyclers Europe (2018) Making plastics circular. Saatavissa: <https://www.plasticsrecyclers.eu/> (Viitattu: 9. syyskuuta 2019).
- Pollitt, H., Barker, A., Barton, J., Pirgmaier, E., Polzin, C., Lutter, S., Hinterberger, F., Stocker, A. (2010) A scoping study on the macroeconomic view of sustainability, DG Environment.
- Sitra (2014) Kiertotalouden mahdollisuudet Suomelle. Saatavissa: <https://media.sitra.fi/2017/02/23221919/Selvityksia84-1.pdf>.
- Sitra (2016) Leading the cycle - Finnish road map to a circular economy 2016–2025. Saatavissa: <https://media.sitra.fi/2017/02/28142644/Selvityksia121.pdf> (Viitattu: 19. elokuuta 2019).
- Sitra (2019) Julkisten hankintojen kiertotalouskiihdyttämö. Saatavissa: <https://www.sitra.fi/hankkeet/julkisten-hankintojen-vahahiilisyyss-ja-kiertotalouskiihdyttamo/> (Viitattu: 19. elokuuta 2019).
- Sitra (2019) Kiertotalouden tiekartta 2.0 - Tiivistelmä. Saatavissa: <https://media.sitra.fi/2019/03/12220104/kiertotalouden-tiekartta-tiivistelma-fi.pdf>.
- Sitra (2019) Kriittinen siirto - Suomen kiertotalouden tiekartta 2.0. Saatavissa: <https://www.sitra.fi/hankkeet/kriittinen-siirto-kiertotalouden-tiekartta-2/#haaste> (Viitattu: 16. elokuuta 2019).

- Söderman, M. L. Eriksson, O., Björklund, A., Östblom, G., Ekvall, T., Finnveden, G., Arushanyan, Y., Sundqvist J.-O. (2016) "Integrated economic and environmental assessment of waste policy instruments", Sustainability (Switzerland). doi: 10.3390/su8050411.
- STJM (2017) Kiertotalouden kärjessä - Ratkaisuja tekstiilien kiertoon. Saatavissa: https://s3-eu-west-1.amazonaws.com/stjm/uploads/20170123172356/STJM_Kiertotalousjulkaisu_2017.pdf (Viitattu: 19. elokuuta 2019).
- Suomen Pakkauskierätyksen RINKI Oy (2018) Pakkausten kierrätystilastot. Saatavissa: <https://rinki.fi/yrityksille/pakkaustilastot/> (Viitattu: 16. elokuuta 2019).
- Suomen Pakkausyhdistys (2018) Kierrätystavoitteet kasvavat. Saatavissa: <http://www.pakkaus.com/kierratystavoitteet-kasvat/> (Viitattu: 16. elokuuta 2019).
- Suominen, A., Seppänen, M. ja Dedehayir, O. (2018) "A bibliometric review on innovation systems and ecosystems: a research agenda", European Journal of Innovation Management, 22(2), ss. 335–360. doi: 10.1108/EJIM-12-2017-0188.
- Suominen, M. (2018) Helsinki Kaivumaiden, kiviaineksen ja purkumateriaalien hyödyntäminen. Saatavissa: http://www.jatehuoltopaivat.fi/wp-content/uploads/2018/10/JHP2018_Mikko_Suominen.pdf (Viitattu: 19. elokuuta 2019).
- Tilastokeskus (2016) Jätetilasto 2015 - Jätteiden poltto ja kierrätys ovat korvanneet yhdyskuntajätteen kaatopaikat. Saatavissa: https://www.stat.fi/til/jate/2015/jate_2015_2016-12-20_tie_001_fi.html (Viitattu: 16. elokuuta 2019).
- Tilastokeskus (2017) Tilastot. Saatavissa: <https://www.stat.fi/til/index.html> (Viitattu: 9. syyskuuta 2019).
- Tuladhar, S. D., Yuan, M. ja Montgomery, D. W. (2016) An Economic Analysis of The Circular Economy. UNEP (2017) Resource Efficiency: Potential and Economic Implications. A report of the International Resource Panel. doi: <http://dx.doi.org/10.1017/S1368980007000365>.
- UNFCCC (2015) "Paris Agreement". Saatavissa: https://unfccc.int/sites/default/files/english_paris_agreement.pdf.
- Virolainen, P. (2017) Metsäteollisuudessa syntyvien biohajoavien jätteiden hyötykäyttötilanne ja-mahdollisuudet. Saatavissa: https://www.doria.fi/bitstream/handle/10024/145847/Raportteja_54_2017.pdf?sequence=1&isAllowed=y (Viitattu: 19. elokuuta 2019).
- Wijkman, A., Skånberg, K. & Berglund, M. (2015) The Circular Economy and Benefits for Society Jobs and Climate Clear Winners in an Economy Based on Renewable Energy and Resource Efficiency. Saatavissa: <https://www.clubofrome.org/wp-content/uploads/2016/03/The-Circular-Economy-and-Benefits-for-Society.pdf>.
- Winning, M., Calzadilla, A., Bleischwitz, R., Nechitor, U. (2017) "Towards a circular economy: insights based on the development of the global ENGAGE-materials model and evidence for the iron and steel industry", International Economics and Economic Policy. doi: 10.1007/s10368-017-0385-3.
- YK (2015) "Agenda2030 - kestävän kehityksen tavoitteet". Saatavissa: <https://www.yk.fi/sdg>.
- YK (2015) Transforming our World: The 2030 Agenda for Sustainable Development. Saatavissa: <https://sustainabledevelopment.un.org/post2015/transformingourworld/publication>.
- YK (2015) Climate change. <https://unfccc.int/process-and-meetings/conferences/past-conferences/paris-climate-change-conference-november-2015/cop-21/cop-21-reports>
- Ympäristöministeriö (2014) Rakentamisen materiaalitehokkuuden edistämisohjelma. Saatavissa: https://helda.helsinki.fi/bitstream/handle/10138/135172/YMra_17_2014.pdf?sequence=2&isAllowed=y (Viitattu: 19. elokuuta 2019).
- Ympäristöministeriö (2018) Jätteiden ja sivuvirtojen tietolustaa aletaan toteuttaa ja testata käyttäjien kanssa. Saatavissa: [https://www.ym.fi/fi-FI/Ymparisto/Jatteiden_ja_sivuvirtojen_tietolustaa_a\(48637\)](https://www.ym.fi/fi-FI/Ymparisto/Jatteiden_ja_sivuvirtojen_tietolustaa_a(48637)) (Viitattu: 19. elokuuta 2019).
- Ympäristöministeriö (2018) Omat kassit mukana: Kaupan alalla on vähennetty nopeasti muovikassien kulutusta. Saatavissa: https://valtioneuvosto.fi/artikkeli/-/asset_publisher/omat-kassit-mukana-kaupan-alalla-on-vahennetty-nopeasti-muovikassien-kulutusta (Viitattu: 19. elokuuta 2019).

Liite 1. Esimerkkejä kiertotalouden opinto- ja koulutuskokonaisuuksista

Teema	Koulu(t)	Opintokokonaisuus
Ruoka	Etelä-Kymenlaakson ammattiopisto Länsi-Uudenmaan koulutuskuntayhtymä Luksia Lounais-Suomen koulutuskuntayhtymä Novida Kaakkois-Suomen ammattikorkeakoulu Kouvola aikuiskoulutus	Sirkkaa sopassa – ravitsemisalan kiertotalouskokonaisuus
	Karelia-ammattikorkeakoulu Savonia-ammattikorkeakoulu Seinäjoen ammattikorkeakoulu Jyväskylän yliopisto	Opintokokonaisuus kiertotaloudesta ruokaketjuissa
Liiketoiminta	Länsi-Uudenmaan koulutuskuntayhtymä Luksia	Kiertotalous liiketoiminnan perustutkintoon
	Haaga-Helia Laurea Metropolia	Kiertotalouden ja liiketoiminnan opintokokonaisuus AMK-opiskelijoille
	Tampereen yliopisto	Kiertotalous 360
	Lappeenrannan teknillinen yliopisto	Circular Economy maisteriohjelma
Tekstiili/muoti Muotoilu	Stadin ammattiopisto	Kiertotalous tekstiili- ja muotialan opintoihin
	Hämeen ammattikorkeakoulu Metropolia Savonia-ammattikorkeakoulu	Muotoilua kiertotalouteen - opintokokonaisuus

Teema	Koulu(t)	Opintokokonaisuus
Tekniikka	Centria-ammattikorkeakoulu Hämeen ammattikorkeakoulu Kaakkois-Suomen ammattikorkeakoulu Lahden ammattikorkeakoulu Metropolia Seinäjoen ammattikorkeakoulu Tampereen ammattikorkeakoulu Turun ammattikorkeakoulu Satakunnan ammattikorkeakoulu	Kiertotalous insinöörien ammattilliseksi perusosaamiseksi
	Lapin ammattikorkeakoulu	Kiertotalousopetus luonnonvara- alalle ja rakennustekniikkaan
	Hämeen ammattikorkeakoulu Turun ammattikorkeakoulu	Kestävä kehitys
	Vaasan ammattikorkeakoulu Yrkehögskolan Novia Oulun yliopisto Vaasan yliopisto Yliopistokeskus Chydenius	Akkuteknologian ja kiertotalouden opintokokonaisuus
	Aalto-yliopisto Oulun Yliopisto Helsingin Yliopisto Lappeenrannan Yliopisto Itä-Suomen Yliopisto	Monialainen opintokokonaisuus kiertotaloudesta
Muut yhdistä- vät poikkitie- teelliset		

Liite 2. Haastattelut

Salla Ahonen, Elinkeinoelämän keskusliitto EK

Tommi Aksela, Specialty
Minerals Oy

Petri Alava, Infinited Fiber Company Oy

Riina Antikainen, SYKE

Mika Anttonen, St1 Oy

Olli Dahl, Aalto Yliopisto

Markus Eerola, Palopuron agroekologinen symbioosi

Kenneth Ekman, CrisolteQ Oy

Sakari Ermala, Verte Oy

Timo Halonen, MMM

Jaakko Heinonen, Nowaste Oy

Maarit Herranen, Äänekosken Energia Oy

Kimmo Hirvikallio, SMA Minerals Oy

Sami Hirvonen, Metsä-Sairila Oy

Maija Heikkinen, Metsäteollisuus ry

Johanna Holm, SMA Minerals Oy

Sini Ilmonen, Lounais-Suomen Jätehuolto Oy

Panu Jouhkimo, Miksei Mikkeli/Ecosairila

Laura Juvonen, Teknologiateollisuus ry

Laura Järvinen, Sitra

Marko Kanninen, CPKelco Oy

Erkki Karppinen, Etelä-Savon Energia Oy

Juha Kauppinen, Miksei Mikkeli/EcoSairila

Jani Kiuru, Finnish Minerals Group Oy

Laura Kivilompolo, Outokumpu Oy

Jarmo Koistinen,
Miksei Mikkeli

Juha Koskinen, Tapojärvi Oy

Terhi Kuljukka-Rabb, Kaupan liitto

Katja Kurki-Suonio, Energiateollisuus ry

Arttu Laasonen, Endev Oy

Juha Laurila, Rakennusteollisuus

Tero Luoma, Taaleri Oy

Outi Luukko, Touchpoint Oy

Esa Muukka, Nivos Energia Oy

Jarmo Muurman, YM

Satumaija Mäki, Suomen tekstiili ja
muoti ry

Marko Mäki-Hakola, MTK

Ville Niemi, Ecoenergy Oy

Elli Oja, Finlayson Oy

Minna Ojanperä, MTK

Marja Ola, Kaupan liitto

Tommi Pajala, Ecomation Oy

Timo Parvianen, Outokumpu Oy

Kaija Pehu-Lehtonen, Metsä Group

Jukka Pesola, Pure Waste Oy

Maija Pohjakallio, VTT

Pia Qvintus, VTT/Business Finland

Alina Ruonala-Lindgren, Metsäteollisuus ry

Tuula Savola, Business Finland

Kaisa Suvilampi, Kiertoketju Oy

Juha Torvinen, Napapiirin energia ja vesi Oy

Esa Taipale, MJV Sähkö Oy

Hannu Tukiainen, Ecolan Oy

Anna Vainikainen, Elintarviketeollisuusliitto ETL

Anne Vehviläinen, MMM

Niklas von Weymarn, Metsä Spring

Jukka Viitanen, NCC Suomi Oy

Pia Vilenius, Kemianteollisuus ry

Pekka Vuorinen, Rakennusteollisuus ry

Eero Yrjö-Koskinen, Teknologiateollisuus ry,
Kestävän kaivostoiminnan verkosto

Sari Åkerlund, Äänekosken kaupunki

Liite 3. Kehitysyhtiöiden kiertotaloustoiminnan painotuksia

Kehitysyhtiöt	Kiertotaloustoiminta
Business Joensuu	Kiertotalousasiantuntija Alueen kasvutoimialojen uudet liiketoiminnot
Cursor Oy, Kotkan Haminan seudun kehittämissyhtiö	Hanke Kiertotalousasiantuntija Työpajat
Forssan Yrityskehitys Oy	FRUSH - kiertotalous hanke
Imatran Seudun Kehitysyhtiö Oy	Hankkeita
Into Seinäjoki Oy	Tapahtumia Asiantuntija
Iisalmen Teollisuuskylä Oy	Hanke (KierRE)
Jyväskylän kaupunki – Business Jyväskylä	Hanke
JÄMSEK OY	Kiertotalouden kasvupolku-ohjelma Tapahtumia
Järvi-Pohjanmaan Yrityspalvelu Oy JPYP	CESME - Circular Economy for SME's (Hanke)
Kainuun Etu Oy	Hankkeet
Kehittämissyhtiö Witas Oy	Työpajoja, seminaareja
Kemin Digipolis Oy	Kiertotalouskeskus
Keski-Karjalan Kehitysyhtiö Oy KETI	Hanke
Keski-Uudenmaan Kehittämiskeskus Oy KEUKE	Tapahtumia (seminaareja)
Koillis-Suomen kehittämissyhtiö Naturpolis Oy	Hanke
Kokkolanseudun Kehitys Oy KOSEK	Hankkeita
Kouvola Innovation Oy Kinno	Kiertotalousasiantuntijoita, kiertotaloustiimi Hankkeita Tapahtumia
Lahden Seudun Kehitys LADEC Oy	Hankkeita, tapahtumia
Lieksan Kehitys Oy	Tapahtuma
Linnan Kehitys Oy (Hämeenlinna)	Asiantuntijoita Kiertotaloustiimi Ekosysteemi Hanketeema Tapahtumia
Mikkelin kehitysyhtiö Miksei Oy	Ekosysteemi: EcoSairila EU-projekti (City Loops, H2020) Tapahtumia
Mäntsälän Yrityskehitys Oy	Ekosysteemi-opas Trash design-konsepti

Kehitysyhtiöt	Kiertotaloustoiminta
Navitas Kehitys Oy	Hankkeita (Kierre) Tapahtumia Asiantuntija
Nivala-Haapajärven seutu NIHAK ry	Hanke-teema (useita hankkeita)
NOVAGO Yrityskehitys Oy 8Hanko, Inkoo, Lohja, Raasepori ja Siuntio)	Tapahtumia
Pielisen Karjalan Kehittämiskeskus Oy (PIKES)	Ideakilpailu Oppaita Asiantuntija Hankkeita Tapahtumia
POSINTRA Oy	Hankkeita Tapahtumia
Prizztech Oy (Satakunta)	Tapahtumia Työpajoja Hankkeita Symbiooseja Koulutus
Pyhäjärven Kehitys Oy	Kiertotaloustiekartta Hankkeita Asiantuntija
Raahen seutukunnan kehittämiskeskus	Hankkeita
Rovaniemen Kehitys Oy	Työpajoja Tapahtumia Kehittämishojelmia Hankkeita Ekosysteemi
Kehitysyhtiö Savogrow Oy	Hankkeita Tapahtumia
SSYP Kehitys Oy (Saarijärvi)	Tapahtumia
Suupohjan Elinkeinoitoimen kuntayhtymä	Seutuohjelma
Vaasanseudun Kehitys Oy VASEK	Tapahtumia Hankkeita Kilpailu Asiantuntijoita
Viexpo	Hankkeita
Ylivieskan teknologiakylä YTEK Oy	Hankkeita
Yrityssalo Oy	Teema Hankkeita Kiertotalouspuisto
Ääneseudun Kehitys Oy	Hankkeita; Plänet B Äänekosken biotalousalue

Kehitysyhtiöt	Kiertotaloustoiminta
Suomen Kuntaliitto	Asiantuntija Tapahtumia Hankkeita
Suomen Uusyrityskeskukset ry.	Yrityskehittäjä
Suomen Yrittäjät	Tapahtumia Koulutuksia Työpajoja

Liite 4. Haastattelurunko

Kiertotalousekosysteemin kuvaus

1. Mikä on ekosysteemin motivaatio, toiminnan tavoite (visio) ja toimintaperiaate?
 - a. yrityksen/toimijan nykyinen (liike)toiminta
 - b. ekosysteemin (liike)toiminta ja yrityksen/toimijan oman roolin toteutus
2. Mihin innovaatioon toiminta/arvonluonti pohjautuu?
 - a. resurssit
 - b. liiketoimintamalli
 - c. uusi teknologia/IPR
 - d. uusi markkinatarve ratkaisulle (kuluttajat, arvoverkon muut asiakkaat, sääntely, paikalliset tarpeet jne.)
 - e. uusi tuote- tai palveluratkaisu
 - f. uusi osaaminen/yhdistelmät tai verkostot
3. Keitä ovat ekosysteemit toimijat?
 - a. yritykset
 - b. yliopistot ja tutkimuslaitokset
 - c. aluetoimijat (kehitysyhtiöt, kunnat ja kaupungit, maakunnat)
 - d. NGOt (yhdistykset, liitot, konsortiot)
 - e. yksityishenkilöt
4. Mikä on liiketoiminnan tämän hetken tilanne?
 - a. liikevaihto
 - b. teknologian TRL/tuote- tai palvelukonseptin valmius
 - c. markkinan valmius
 - d. kilpailutilanne (vanhat ratkaisut, uudet kehitteillä olevat ratkaisut)
 - e. resurssien saatavuus
5. Mihin markkinaan ekosysteemi tähtää? Missä? Kuinka suuri markkina on, keitä ovat asiakkaat ja mitä tavoitellaan?
6. Mitä ajureita markkinoilla on?

7. Miten liiketoiminnan hyöty/arvo jakautuu ekosysteemissä toimijoiden kesken?
 - a. materiaalien/palveluiden/tuotteiden arvon kehitys arvoverkossa
 - b. mahdollistavien tai muiden toimijoiden, toimintojen ja teknologioiden taloushyöty
 - c. muu ei-taloudellinen hyöty (ympäristöhyödyt, aineettomat hyödyt)
8. Kuinka tärkeässä roolissa kiertotalous liiketoiminnassa on tai tulee olemaan?
9. Mikä on toivottu kehitys liiketoiminnassa 5 vuoden aikajänteellä?

Haasteet, vahvuudet ja toimenpide-ehdotukset

1. Mitä haasteita, riskejä ja puutteita toteutuksessa on havaittu tai ennakoidaan?
 - a. resurssit
 - b. liiketoimintamalli
 - c. teknologia/IPR
 - d. markkinat ja markkinatarve
 - e. tuote- tai palveluratkaisu
 - f. osaaminen ja työvoima
 - g. verkostot
 - h. lainsäädäntö tai sääntely ja valtiovallan ohjaus
 - i. rahoitus
2. Mitä vahvuuksia ekosysteemillä on?
 - a. resurssit
 - b. liiketoimintamalli
 - c. teknologia/IPR
 - d. markkinat ja markkinatarve
 - e. tuote- tai palveluratkaisu
 - f. osaaminen ja työvoima
 - g. verkostot
 - h. lainsäädäntö tai sääntely ja valtiovallan ohjaus
 - i. rahoitus
3. Mitkä toimenpiteet tai muutokset toimintaympäristössä edistäisivät liiketoiminnan kasvua? Kuinka kiireellisiä muutoksia tarvitaan (1/3/5 v.)
 - a. resurssit
 - b. liiketoimintamalli
 - c. teknologia/IPR

- d. markkinat ja markkinatarve
- e. tuote- tai palveluratkaisu
- f. osaaminen ja työvoima
- g. verkostot
- h. lainsäädäntö tai sääntely
- i. valtiovallan ohjaus
- j. rahoitus

Täydentävät kysymykset

1. Miten näet kiertotalouden vaikuttavan liiketoimintaan (yritys ja koko toimiala)? Nyt / 10 vuoden sisään? Mikä ajaa yritystänne/ toimialaa kiertotalouteen?
2. Mitkä ovat kiertotalouden painopisteet yrityksessänne nyt? Miten se näkyy yrityksenne toiminnassa tulevaisuudessa?
3. Mitkä ovat mahdollistajat ja esteet omassa liiketoiminnassanne/ toimialalla?
4. Kerro mahdollisista uusista kiertotalouden liiketoimintamalleista.
5. Ketkä voisivat olla kumppaneita mahdollisessa kiertotalousmallissa ja mitkä ovat niiden roolit? Mitä toimijoita tarvitaan/ puuttuuko oleellisia?
6. Mitä resurssitehokkuus ja jätteenkäyttö tarkoittaa yrityksessänne?
7. Mitä digitalisaatio tarkoittaa yrityksessänne, mitä se konkreettisesti olisi?
8. Mitä uudet teknologiat (big data, 3D printtaus, robotit, IoT, AI, nanotekniikka, biologiset teknologiat) tarkoittavat yrityksessänne?
9. Mikä on lainsäädännön rooli siirtymisessä kiertotalouteen?
10. Onko kiertotalous hypetystä, miksi?
11. Mikä on mielestänne seuraava hype, miksi?
12. Mikä on kiertotaloutta seuraavan talouden/toiminnan malli?

Liite 5. Maakuntien kiertotalousliikevaihdot, -lisäarvot, -työntekijät ja keskimääräinen lisäarvo/ työntekijä

Maakunta	Kiertotalous- liikevaihto	%	Kiertotalous- lisäarvo	%	Kiertotalous- työntekijät	%	Lisäarvo/ työntekijä (k€)
Uusimaa	3011,2 M€	28 %	492,7 M€	30 %	5100	25 %	97
Varsinais-Suomi	454,3 M€	4 %	83,6 M€	5 %	1100	6 %	73
Satakunta	719,9 M€	7 %	78,5 M€	5 %	800	4 %	103
Kanta-Häme	291,5 M€	3 %	83,6 M€	5 %	1000	5 %	80
Pirkanmaa	452,7 M€	4 %	105,6 M€	6 %	1100	5 %	92
Päijät-Häme	254,9 M€	2 %	69,1 M€	4 %	900	4 %	77
Kymenlaakso	284,9 M€	3 %	60,9 M€	4 %	600	3 %	95
Etelä-Karjala	526,6 M€	5 %	90,8 M€	6 %	800	4 %	107
Etelä-Savo	35,3 M€	0 %	13,7 M€	1 %	500	3 %	25
Pohjois-Savo	203,5 M€	2 %	52,8 M€	3 %	700	3 %	81
Pohjois-Karjala	56,7 M€	1 %	10,1 M€	1 %	200	1 %	63
Keski-Suomi	267,1 M€	3 %	63,5 M€	4 %	900	4 %	75
Etelä-Pohjanmaa	53,3 M€	1 %	14,9 M€	1 %	200	1 %	63
Pohjanmaa	186,2 M€	2 %	38,3 M€	2 %	400	2 %	107
Keski-Pohjanmaa	32 M€	0 %	6,6 M€	0 %	100	0 %	85
Pohjois-Pohjanmaa	508,5 M€	5 %	122,3 M€	7 %	1500	7 %	79
Kainuu	18,1 M€	0 %	8 M€	0 %	100	0 %	87
Lappi	3008,7 M€	28 %	224,8 M€	14 %	2500	12 %	92
Ahvenanmaa - Åland	na.		na.		na.		na.
Toimipaikasta ei tietoa	239,4 M€	2 %	26,6 M€	2 %	2300	11 %	87
Yhteensä	10604,6 M€	0 %	1646,2 M€	0 %	20800	0 %	79

Liite 6. Maakuntien erikoistumisindeksit kiertotalouden eri sektoreilla (lähde: oma laskenta, Tilastokeskuksen palkkarakenneaineisto)

Maakunta	Konsul- tointi	Metsä- kierto	Ruoka- ketju	Tekniset energia	Tekniset jätteen käsittely	Tekniset metalli	Tekniset muu	Tekniset rakennus	Tekniset tekstiili	Yksityinen kulutus
Uusimaa	1,38	0,26	0,59	1,31	0,72	0,30	1,56	1,29	1,18	1,12
Varsinais-Suomi	0,57	0,15	0,93	0,91	0,62	0,26	0,43	2,69	0,77	1,55
Satakunta	0,47	1,33	6,11	0,48	1,28	0,65	0,22	0,33	0,65	1,06
Kanta-Häme	0,11	0,52	2,27	0,18	4,73	2,51	0,00	2,49	1,17	2,33
Pirkanmaa	0,83	1,34	0,55	0,38	0,59	0,51	0,91	0,22	0,91	0,66
Päijät-Häme	0,20	3,37	0,82	1,46	1,68	1,05	3,35	0,78	1,15	1,47
Kymen-laakso	2,03	3,81	2,47	0,98	0,84	0,09	1,99	1,03	0,66	0,49
Etelä-Karjala	1,29	9,04	0,01	1,22	0,62	0,04	0,55	0,87	0,76	2,07
Etelä-Savo	0,27	0,75	0,72	0,58	6,87	0,00	0,09	0,11	0,71	0,43
Pohjois-Savo	2,77	0,68	1,21	3,15	0,83	0,18	1,09	0,50	0,97	0,73
Pohjois-Karjala	0,33	0,65	0,78	0,12	0,38	0,05	0,07	0,09	0,98	0,47
Keski-Suomi	0,75	1,91	1,25	0,84	0,84	0,76	0,38	0,25	1,10	1,30
Etelä- Pohjanmaa	0,07	0,07	0,25	0,29	0,93	0,41	0,10	0,10	1,59	0,44
Pohjanmaa	0,10	1,51	0,41	0,31	1,13	0,00	1,19	0,04	0,69	0,17
Keski- Pohjanmaa	0,28	0,08	0,44	0,70	0,58	0,50	0,01	0,07	0,98	0,01
Pohjois- Pohjanmaa	1,19	1,02	0,78	1,03	0,68	2,29	0,54	1,28	0,82	0,87
Kainuu	0,01	0,42	1,55	0,29	0,14	0,42	0,08	1,34	1,03	0,23
Lappi	0,77	1,52	1,22	0,61	0,31	16,33	0,20	0,08	0,81	0,57
Ahvenanmaa - Åland	na.	na.	na.	na.	na.	na.	na.	na.	na.	na.

Liite 7. Seutukuntien kiertotalousliikevaihdot, -lisäarvot, -työntekijät ja keskimääräinen lisäarvo/ työntekijä

Seutukunta	Kiertotalousliikevaihto	Kiertotalouslisäarvo	Kiertotalous- työntekijät	Kiertotalouslisäarvo/ Kiertotaloustyöntekijät
SK011 Helsinki	2034,2 M€	291,1 M€	3300	89 k€
SK014 Raasepori	13,8 M€	3,5 M€	20-50	83 k€
SK015 Porvoo	806,7 M€	93 M€	300	317 k€
SK016 Loviisa	19 M€	6,7 M€	20-50	229 k€
SK021 Åboland- Turunmaa	66,4 M€	12,8 M€	200	60 k€
SK022 Salo	11,7 M€	4,2 M€	50-100	73 k€
SK023 Turku	324,9 M€	56 M€	700	86 k€
SK024 Vakka-Suomi	12,5 M€	2,2 M€	20-50	80 k€
SK025 Loimaa	2 M€	< 1M€	<20	na.
SK041 Rauma	66,8 M€	5,6 M€	100	46 k€
SK043 Pori	90,2 M€	20,5 M€	200	87 k€
SK044 Pohjois- Satakunta	38,9 M€	7,3 M€	50-100	88 k€
SK051 Hämeenlinna	142 M€	34,2 M€	500	73 k€
SK052 Riihimäki	103,3 M€	24,4 M€	300	93 k€
SK053 Forssa	37,7 M€	13,3 M€	100	99 k€
SK061 Luoteis- Pirkanmaa	8,7 M€	0,8 M€	<20	na.
SK063 Etelä- Pirkanmaa	9,8 M€	3 M€	20-50	81 k€
SK064 Tampere	374,5 M€	79,1 M€	800	96 k€
SK068 Lounais- Pirkanmaa	28,7 M€	1,4 M€	<20	na.
SK069 Ylä-Pirkanmaa	19,9 M€	3,9 M€	20-50	124 k€

Seutukunta	Kiertotalousliikevaihto	Kiertotalouslisäarvo	Kiertotalous- työntekijät	Kiertotalouslisäarvo/ Kiertotaloustyöntekijät
SK071 Lahti	255,2 M€	53,7 M€	700	72 k€
SK081 Kouvolaa	158,4 M€	26,8 M€	300	102 k€
SK082 Kotka-Hamina	124,7 M€	29,7 M€	300	112 k€
SK091 Lappeenranta	267,8 M€	48,8 M€	500	107 k€
SK093 Imatra	261,3 M€	40,2 M€	400	114 k€
SK101 Mikkeli	19 M€	5,9 M€	400	14 k€
SK103 Savonlinna	9,7 M€	2,4 M€	20-50	61 k€
SK105 Pieksämäki	10,8 M€	2,3 M€	20-50	72 k€
SK111 Ylä-Savo	23,1 M€	4,6 M€	50-100	75 k€
SK112 Kuopio	76,3 M€	15,4 M€	200	76 k€
SK113 Koillis-Savo	< 1M€	0,1 M€	<20	na.
SK114 Varkaus	100,6 M€	27,6 M€	300	105 k€
SK115 Sisä-Savo	2,2 M€	0,5 M€	<20	na.
SK122 Joensuu	62,7 M€	9,8 M€	200	64 k€
SK124 Keski-Karjala	3 M€	0,6 M€	<20	na.
SK125 Pielisen Karjala	2,9 M€	0,3 M€	<20	na.
SK131 Jyväskylä	144,1 M€	29,1 M€	400	72 k€
SK132 Joutsa	1,3 M€	0,2 M€	<20	na.
SK133 Keuruu	1,2 M€	0,3 M€	<20	na.
SK134 Jämsä	10,9 M€	2,6 M€	20-50	86 k€
SK135 Äänekoski	70,1 M€	16,4 M€	100	159 k€
SK138 Saarijärvi- Viitasaari	4 M€	0,6 M€	<20	na.
SK141 Suupohja	1,4 M€	0,3 M€	<20	na.
SK142 Seinäjoki	61,8 M€	11,7 M€	200	68 k€

Liite 8. Analyysi Napapiirin kiertotalouspuiston toiminnasta peruselementtien pohjalta (lähde: ekosysteemihaastattelut)

Ekosysteemisen toiminnan elementti	Päähavainnot ekosysteemeissä
MIKSI Jaettu visio: toimijoilla syy toimia yhdessä ja yhteinen kuva arvонуonnista tulevaisuudesta.	Rovaniemen kunnallisten jäte-, jätevesi- ja energiayhtiöiden tehtävänä on huolehtia alueellisesti vesi-, jäte- ja energiahuollosta. Kunnallisilla yhtiöillä on halua toteuttaa kiertotalouden periaatteita tässä palvelutoiminnassa samalla kun tavoitteellaan kustannussäästöjä ja materiaalitehokkuutta sekä uutta yritystoimintaa alueelle. Yhteinen kokonaisvisio puuttuu vielä, mutta sitä työtetään.
KUKA Monitoimijuus: toimijat ovat verkottuneet monen-keskeisesti ja toiminnot täydentävät toisiaan. Dynaamisuus: toimijat kehittävät ja kehittyvät markkinoilla erikseen ja yhdessä, ja muuttavat ja muuttavat sitä.	Ekosysteemissä toimivat Napapiirin Energia ja Vesi Oy (Neve Oy, alueellinen jätevedenkäsittely ja energiantuotanto), Residuum Oy (alueellinen jätehuolto), Rovaniemen kaupunki (Residuumin omistaja ja Neven osa-omistaja), Endev Oy (start-up-teknologiatoimittaja Neven lietteenpolton pilotissa), Oulun Energia Oy (paikallinen energiantuotanto), Savaterra Oy (maaperän puhdistusliiketoiminta ym.), Lqpin ELY-keskus (luvitut ja rahoitus), Otso Metsäpalvelut (palvelullistettu energiantuotannon tuhkan jakelu ja levitys), Oulun Yliopisto (tutkimusyhteistyö) ja Lapin Ammattikorkeakoulu (tutkimusyhteistyö, opinnäytetyöt ja kiertotalousaiheinen koulutus). Endev Oy:lle Rovaniemen pilotti on tärkeä teknologiademonstraatio liiketoiminnan valtakunnalliseen ja kansainväliseen kasvuun. Teknologian pohjana on Lappeenrannan yliopistossa kehitettyä IPR:aa ja osaamista. Yhteistyö Neven kanssa on tiivistä ja tärkeä osa teknologian kehitystä.
MITÄ Modulaarisuus: kehitettävät ratkaisut täydentävät toisiaan ja niistä muodostuu uniikki kokonaisuus. Resurssivirrat, tehokkuus ja arvonnäkö: Vuorovaikutus ekosysteemissä auttaa yhdistämään resursseja ja hyödyntämään niitä riittävästi	Ekosysteemin materiaalivirrat ovat pääasiassa jäte- ja sivuvirtoja. Logistiikan ja logistiikkakustannusten merkitys toiminnan kannattavuuteen on suuri, erityisesti haja-asutuksen alueilla. Energialiiketoiminta on alueellista. Kiertotalouskonseptien kehitystoiminnassa käytetään alueellisia rahoitusinstrumentteja ja tulorahoitusta. Tietoa ja osaamista jaetaan kun avainhenkilöt eri yhtiöistä keskustelevat tiiviisti ja pyrkivät näin sekä yhteisen operatiivisen liiketoiminnan parantamiseen että uuden kiertotalouspuiston kehittämiseen. Samoin vuoropuhelu Oulun yliopiston ja Lapin ammattikorkeakoulun kanssa tuo uusia ideoita ja osaajia yhteistyöhön. Kaupunkiyhtiöt näkevät liiketoiminnan mahdollisuuden myös liikennebiokaasun valmistuksessa lietteestä ja yhdyskuntajätteestä tulevaisuudessa. Liiketoiminnan mahdollisuuksia arvioidaan myös digitaalisen massapörssin ja arktisen (Pohjois-Ruotsi ja Pohjois-Norja) yhteistyön kautta sekä fosforin erottamisessa ja kaupallistamisessa ravinteeksi. Maa-aineksia voitaisiin hyödyntää tehokkaammin katurakentamisessa, mutta esteenä voi olla väliarastoinnin vaatima infrastruktuuri.

Ekosysteemisen toiminnan elementti	Päähavainnot ekosysteemeissä
<p>MITEN</p> <p>Kerroksellisuus: Toimijat voivat jakaa ja yhdistää ekosysteemin resursseja ja jalostaa niistä uutta arvoa. Innovaatio-, liiketoiminta- ja tietökosysteemien elementit kerrostuvat.</p> <p>Ei-hierarkisuus: Toiminnan hajautettu päätöksenteko ja ei-hierarkisuus tuo nopeutta ja tukee yhteistyötä.</p>	<p>Kunnalliset yhtiöt kehittävät yhteistyössä alueelle Napapiirin kiertotalouspuistoa alueellisista tavoitteista lähtien. Tarkoitus on kiinnittää toimintaan kiertotaloutta tukevaa yritystoimintaa ja yrityksiä, jotka sijoittuisivat alueelle. Yrityksillä on kahdenkeskisiä suhteita ja Rovaniemen kaupunki fasilitoi monenkeskisiä tapaamisia. Kaupunki on sitoutunut kiertotalouden edelläkävijäksi. Kunnallisilla yhtiöillä on ollut näkemystä ja rohkeutta edistää kiertotaloutta. Yhtä asianomistajaa kehittyväle visiolle ei kuitenkaan (vielä) ole, vaan toimintaa kehitetään kunkin toimijan vastualueesta lähtien. Kunnallisten yhtiöiden yhteinen omistuspohja on luonut avoimen keskustelun ja mahdollistaa tiedon jakamisen ja yhteiskehittämisen.</p> <p>Residuum ja Neve ovat tarjonneet paikallisille oppilaitoksille harjoittelijapaikkoja, lopputyöaiheita ja tutkimusprojekteja kiertotalouskonsepteihin liittyen mm. tuhkan peltokäytön kehittämisessä. Neve on lisäksi mukana kehittämässä kiertotalouden opintokokonaisuutta.</p> <p>Endev edistää teknologian edelleen kehittämistä tutkimusyhteistyössä mm. typen talteenotossa.</p> <p>Savateran on jossain määrin kiinnittynyt ekosysteemiin ja sillä on kasvavaa liiketoimintaa pilaantuneen maan puhdistamisessa myös alueellisen toiminnan ulkopuolella.</p>

Liite 9. Analyysi Kemi-Tornion metalliteollisuuden ekosysteemin toiminnasta peruselementtien pohjalta (lähde: ekosysteemihaastattelut)

Ekosysteemisen toiminnan elementti	Päähavainnot ekosysteemeissä
MIKSI Jaettu visio: toimijoilla syy toimia yhdessä ja yhteinen kuva arvонуonnista tulevaisuudesta.	<p>Outokumpu Oy jalostaa romumetallista ja Kemin kaivoksen rikasteesta terästä ja ferrokromia Tornion tehtaalla suuressa mittakaavassa. Toiminnassa syntyy suuria määriä erilaisia kuonia ja muita sivuvirtoja. Toiminnan ympärille on rakentunut yritys- ja toimijaverkosto, jota kiertotalouden kehittämisen osalta fasilitoi Digipolis Oy, paikallinen kehitysyhtiö. Kehitystoiminta tähtää ensisijaisesti materiaalitehokkuuteen ja kustannussäästöihin. Yhteistä ekosysteemivisiota ei ole kehitetty, mutta yksittäisten materiaalivirtojen hyödyntämiseen on tehty aloitteita.</p>
KUKA Monitoimijuus: toimijat ovat verkottuneet monen-keskeisesti ja toiminnot täydentävät toisiaan. Dynaamisuus: toimijat kehittävät ja kehittyvät markkinoilla erikseen ja yhdessä, ja muuttuvat ja muuttavat sitä.	<p>Ekosysteemissä toimivat Outokumpu Oy, Tapojärvi Oy (metallikomponenttien erottaminen kuonasta), Destia Oy (kuonakomponenttien jalostaminen kivrakennustuotteiksi), SMA Minerals Oy (kalkkituotteiden valmistus terästehtaalle), CrisolteQ (magnesiumsulfaatin valmistaminen regenerointisakasta), Oulun Yliopisto (tutkimusyhteistyö) ja Lapin Ammattikorkeakoulu (tutkimusyhteistyö, opinnäytetyöt). Ferrovan Oy rakensi yhteistyötä vanadiinin erotukseen sivuvirroista, mutta yhtiön toiminta on lakannut. Kehitysyhtiö Digipolis fasilitoi yhteistyötä.</p>

Ekosysteemisen toiminnan elementti	Päähavainnot ekosysteemeissä
<p>MITÄ</p> <p>Modulaarisuus: kehitettävät ratkaisut täydentävät toisiaan ja niistä muodostuu uniikki kokonaisuus.</p> <p>Resurssivirrat, tehokkuus ja arvonalisä: Vuorovaikutus ekosysteemissä auttaa yhdistämään resursseja ja hyödyntämään niitä ristiin</p>	<p>Ekosysteemin veturi Outokumpu on iso ja merkittävä toimija myös kansainvälisesti ja suuret materiaalivirrat mahdollistavat myös muuta merkittävää liiketoimintaa sivuvirtojen hyödyntämisessä. Veturin näkökulmasta pääoma on kuitenkin kiinnittynyt päätuotteisiin ja sivutuotevirtoja hyödynnetään päätuotteiden ehdoilla. Materiaalivirtojen puitteissa tehdään kiertotaloutta edistävää yhteistyötä, ja esimerkiksi huoltoseisokkeja ajoitetaan yhteistyössä. Outokumpu on kertonut syksyllä 2019 suunnittelevansa investointia uuteen kuonasulattoon, jonka sivuvirrat voisivat mahdollistaa uutta liiketoimintaa myös pk yrityksille. Ekosysteemiä fasilitoiva Digipolis kehittää materiaalipörssiä paikallisiin sivuvirtoihin ja on saanut rahoitusta tutkimus- ja kehittämisprojekteihin sekä Suomen kiertotalouspuistojen verkostotoiminnan kehittämiseen ja laajentamiseen. Osa Tornion verkoston toimijoista on alihankintasuhteessa Outokumpuun, eivätkä ne välttämättä saa tukea veturiyritykseltä kiertotalouden kehitystoimintaan, vaan kehitys tapahtuu veturiyrityksen lähtökohdista. Digipolis fasilitaattorina on ollut mukana avustamassa yritysten kiertotalouskehitystyön hankkeistuksessa ja sillä on tärkeä rooli partneroinnissa. Alueellisella rahoituksella on rooli kehitystyön mahdollistajana.</p> <p>Teräs- ja ferrokromitehtaan materiaalivirrat ovat suuria, jolloin energia-, jäte- ja sivuvirratkin ovat merkittäviä ja tarjoavat mahdollisuuksia teollisen mittakaavan hyödyntämiseen ja merkittävään liiketoimintaan. Alueelliset kontaktit ovat vahvoja, ihmiset tavoittavat toisensa melko helposti ja tieto liikkuu. Osaajia on alueella rajallinen määrä ja ajoittain heitä on ollut haasteellista houkutella yrityksiin.</p> <p>Tapojärven Tornion tehtaan kierrätysliiketoiminta on ollut merkittävä referenssi, kun Tapojärvi on käynnistämässä liiketoimintaan samankaltaisen konseptin pohjalta Italiaan ja Espanjaan. Myös CrisolteQ:lle Tornion liiketoiminta on merkittävä referenssi.</p>

Ekosysteemisen toiminnan elementti	Päähavainnot ekosysteemeissä
<p>MITEN</p> <p>Kerroksellisuus: Toimijat voivat jakaa ja yhdistää ekosysteemin resursseja ja jalostaa niistä uutta arvoa. Innovaatio-, liike-toiminta- ja tietoekosysteemien elementit kerrostuvat.</p> <p>Ei-hierarkisuus: Toiminnan hajautettu päätöksenteko ja ei-hierarkisuus tuo nopeutta ja tukee yhteistyötä.</p>	<p>Digipolis on kyennyt rakentamaan alueen toimijoista verkoston, jossa jaetaan kaikkia toimijoita hyödyttävää tietoa syntyvistä materiaalisivuvirroista ja muusta luottamukselliseksi perinteisesti miellettyistä aiheista. Verkosto kokoontuu säännöllisin väliajoin. Yhteistyön rakentaminen on ollut pitkä ja keskinäiseen ja henkilökoh-taiseen luottamukseen perustuva prosessi. Yhteistyöllä on ollut erilainen arvo ja merkitys eri osallistujille.</p> <p>Yksittäisillä toimijoilla on liikesalaisuuden piiriin kuuluvaa IP:a, jota hyödynnetään materiaali-kierrätyksessä. Ekosysteemin kilpailuetu pohjautuu kuitenkin ensisijaisesti kierrätysraaka-aineiden saatavuuteen ja isoon volyymiin paikallisesti sekä toimijoiden osaamiseen. Uutta liiketoimintapotentiaalia nähdään paitsi arvoaineiden erottamisessa ja jalostamisessa sivuvirroista myös kiviainesten hyödyntämisessä maarakentamiseen. Kuonien lämpöenergiaa voitaisiin hyödyntää kuivaus-toimintoihin.</p> <p>Lähes kaikki toimijat ovat tehneet yhteistyötä on tehty mm. Oulun yliopiston, LAMK:n, VTT:n ja muiden tutkimus- ja koulutustoimijoiden kanssa uusien kiertotalouskonseptien kehittämiseksi projekteissa ja opinnäytetöinä. Digipolis osallistuu myös kiertotalouskoulutuksen kehittämiseen.</p> <p>Ekosysteemin toimintaa ohjaavat toisaalta liiketoiminnallinen tehokkuusajattelu ja toisaalta sääntelyn kiristyminen ja kiertotalouden yleiset tavoitteet. Sivuvirtojen hyödyntäminen vaatii monenkeskeistä sopimista, jossa sivuvirran tuottajalla on määräävä rooli.</p>

Liite 10. Analyysi Äänekosken metsäteollisuuden ekosysteemin toiminnasta peruselementtien pohjalta (lähde: ekosysteemihaastattelut)

Ekosysteemin toiminnan elementti	Päähavainnot ekosysteemeissä
<p>MIKSI</p> <p>Jaettu visio: toimijoilla syy toimia yhdessä ja yhteinen kuva arvonnasta tulevaisuudesta.</p>	<p>Kiertotalouden ekosysteemi on kehittynyt Metsän biotuotetehtaan ympärille hyödyntämään materiaalisivuvirtoja. Motivaationa on ollut biotuotetehtaan resurssitehokkuus ja toisaalta alueellisen toiminnan ja vetovoiman kehittäminen. Alueelliset kilpailuvaltit houkuttelevat osajia seutukunnalle ja yrityksiin. Yhteistä toimijoiden visiota kiertotalouden kokonaisuudelle ei ole kehitetty, mutta kaupungin kehitysyhtiö on asettanut alueellisia kasvutavoitteita mm. yritysten sijoittumiselle alueelle.</p>
<p>KUKA</p> <p>Monitoimijuus: toimijat ovat verkottuneet monen-keskeisesti ja toiminnot täydentävät toisiaan.</p> <p>Dynaamisuus: toimijat kehittävät ja kehittyvät markkinoilla erikseen ja yhdessä, ja muuttuvat ja muuttavat sitä.</p>	<p>Ekosysteemeissä toimivat Metsä Fiber (biotuotetehtas), Metsä Board Oy (kartongin valmistus sellusta), MetsäSpring (Metsä Groupin kehitysyhtiö, tekstiilikuidun valmistus sellusta koe-tehtaalla ym.), CPKelco (karboksimeytiliselluloosatutteen valmistus sellusta), Specialty Minerals Oy (saostetun kalsiumkarbonaatin valmistus mm. kartonkitehtaalle), Äänekosken Energia Oy (höyryn ja sähkön tuotanto mm. kuoresta), Äänekosken kaupunki (jäteveden puhdistamoliite biokaasun valmistukseen), EcoProtech Oy (EcoEnergyyn teknologiatoimittaja), ja EcoEnergy Oy (biokaasun ja lannoitettututteen valmistus tehtaan ja kaupungin jätevesiliitteestä). EcoEnergyyn toiminta on siirtynyt Metsän omistukseen. Äänekosken Kehitys Oy (kaupungin kehitysyhtiö) fasilitoi yhteistoimintaa alueen houkuttelevuuden ja työpaikkojen lisäämiseksi.</p>
<p>MITÄ</p> <p>Modulaarisuus: kehitettävät ratkaisut täydentävät toisiaan ja niistä muodostuu uniikki kokonaisuus.</p> <p>Resurssivirrat, tehokkuus ja arvonnalisä: Vuorovaikutus ekosysteemeissä auttaa yhdistämään resursseja ja hyödyntämään niitä ristiin</p>	<p>Uusi biotuotetehtas on suunniteltu niin että sivuvirtojen hyödyntämiseen tulevaisuudessa on varattu teknisesti tilaa ja integrointimahdollisuuksia. Specialty Minerals hyödyntää biotuotetehtaan meesauunin ja soodakattilan savukaasujen hiilidioksidia saostetun kalsiumkarbonaatin valmistuksessa, jota käytetään mm. kartonkitehtaalla täyteaineena. Kunnalliset ja tehtaan biolietteet käsitellään ja jalostetaan biokaasuksi ja lannoitettututteiksi EcoEnergylla. Biotuotetehtaan materiaalivirrat ovat suuria, jolloin energia-, jäte- ja sivuvirratkin ovat merkittäviä ja tarjoavat mahdollisuuksia teollisen mittakaavan hyödyntämiseen ja merkittävään liiketoimintaan myös muille toimijoille. Alueelliset kontaktit ovat vahvoja, ihmiset tavoittavat toisensa melko helposti ja tieto ja ihmiset liikkuvat organisaatorajojen yli. Toisaalta kaikki ekosysteemin toimijat eivät tunne toisiaan eivätkä ole tunnistanee kaikkia yhteistyön mahdollisuuksia.</p> <p>Uusia liiketoimintamahdollisuuksia nähdään ligniinin, kuoren, mäntyöljyn ja metanolin hyödyntämisessä. EcoProTech näkee mahdollisuuksia EcoEnergyyn konseptin skaalauksessa muille biotuote/sellutehtaalle.</p>

Ekosysteemisen toiminnan elementti	Päähavainnot ekosysteemeissä
<p>MITEN</p> <p>Kerroksellisuus: Toimijat voivat jakaa ja yhdistää ekosysteemin resursseja ja jalostaa niistä uutta arvoa. Innovaatio-, liiketoiminta- ja tietöekosysteemien elementit kerrostuvat.</p> <p>Ei-hierarkisuus: Toiminnan hajautettu päätöksenteko ja ei-hierarkisuus tuo nopeutta ja tukee yhteistyötä.</p>	<p>Äänekosken Kehitys Oy on rakentanut alueen toimijoista löyhän verkoston, jossa aktivoidaan yleisesti yritystoimintaa. Kehitysyhtiöllä on Plänet B-ohjelman kautta fasilitointitoiminnalle ulkopuolista rahoitusta. Metsä Spring arvioi, kehittää ja rahoittaa uusia Metsän pääliiketoimintaa tukevia tuote- ja prosessikonsepteja, joista sellupohjainen tekstiilikuitu on edennyt pilot-tehdastoimintaan.</p> <p>Specialty Mineralsin kehitystyö on melko lähellä tuotetta ja tehdään pääosin emoyrityksen kautta mm. USAssa. Metsällä on ja se luo aktiivisesti IP:a, jota hyödynnetään uusien konseptien kehittämisessä ja liiketoiminnassa. Sivuvirtoja hyödyntävillä muilla toimijoilla on erityistä liikesalaisuuden piirissä olevaa osaamista ja IP:ta toiminnassaan. Ekosysteemin yhteinen kilpailuetu pohjautuu kuitenkin tällä hetkellä ensisijaisesti kierrätysraaka-aineiden saatavuuteen, veturiyrityksen vahvaan liiketoimintaan ja isoon volyymiin paikallisesti sekä toimijoiden osaamiseen. Innovaatioilla on ratkaiseva merkitys ekosysteemin kasvulle.</p> <p>Metsä osallistuu aktiivisesti tutkimusprojekteihin ja tarjoaa harjoittelu- ja opinnäytetyöpaikkoja opiskelijoille.</p> <p>Ekosysteemin toimintaa ohjaavat toisaalta liiketoiminnallinen tehokkuusajattelu ja toisaalta aluekehityksen tavoitteet.</p>

Liite 11. Analyysi Palopuron agroekologisen symbioosin toiminnasta peruselementtien pohjalta (lähde: ekosysteemihaastattelut)

Ekosysteemisen toiminnan elementti	Päähavainnot ekosysteemeissä
MIKSI Jaettu visio: toimijoilla syy toimia yhdessä ja yhteinen kuva arvonnasta tulevaisuudesta.	Ekosysteemi on muodostunut tutkimustiedon, luomuviljelytilan kehitystarpeiden ja energia-toimialan liiketoimintaosaamisen kohtaamisesta. Maatalouden ja tilojen kannattavuus on nykyisellään yleisesti alhainen, ja visiona on ollut luoda uutta kestävää ja kannattavaa liiketoimintaa resurssitehokkuuden pohjalta. Ekosysteemillä on yhteinen visio, ja se on kehittynyt yhteistytykseksi, jonka omistavat ekosysteemin toimijat yhdessä.
KUKA Monitoimijuus: toimijat ovat verkottuneet monen-keskeisesti ja toiminnot täydentävät toisiaan. Dynaamisuus: toimijat kehittyvät ja kehittyvät markkinoilla erikseen ja yhdessä, ja muuttuvat ja muuttavat sitä.	Ekosysteemin keskiössä on Knehtilän tila (luomunurmen ja viljan viljely), Nivos Energia (biokaasun tuotannon osaaminen), Metener (mädättämötekniikan toimittaja), Helsingin Yliopisto (alkuperäisen kiertotalouskonseptin kehittäminen), Samsaran leipomo (biokaasun hyödyntäminen), Lehtokummun tila (ravinteiden hyödyntäminen) ja Mäntymäen luomutila (kananlannan toimittaja), sekä hevosenlannan tuottajia.
MITÄ Modulaarisuus: kehitettävät ratkaisut täydentävät toisiaan ja niistä muodostuu uniikki kokonaisuus. Resurssivirrat, tehokkuus ja arvonlisä: Vuorovaikutus ekosysteemeissä auttaa yhdistämään resursseja ja hyödyntämään niitä ristiin	Ekosysteemi on organisoinut Palopuron Biokaasu Oy:ksi, jonka päätuotteet ovat biokaasu (liikennebiokaasu 1500 MWh/160 keur vuotuisesti, muu biokaasu) sekä maanparannusaine mädätysjännöksestä. Yhtiö kerää kanan ja hevosenlanta ja mädättää ne yhdessä kiertoviljelyn nurmen kanssa biokaasuksi, joka puhdistetaan paikallisesti. Läheiset tilat voivat hyödyntää biokaasua mm. kuivauksessa ja lämmityksessä (esim kasvihuone) sekä mädätysjännöstä maanparannusaineena. Läheisyydessä on myös yhtiön omistama biokaasun pumppuasema, joka jakelee liikennebiokaasua. Toiminnan volyymi on valtakunnallisesti pieni, mutta toiminta on kannattavaa ja hyödyntää paikallisia sivuvirtoja

Ekosysteemisen toiminnan elementti	Päähavainnot ekosysteemeissä
<p>MITEN</p> <p>Kerroksellisuus: Toimijat voivat jakaa ja yhdistää ekosysteemin resursseja ja jalostaa niistä uutta arvoa. Innovaatio-, liiketoiminta- ja tietoekosysteemien elementit kerrostuvat.</p> <p>Ei-hierarkisuus: Toiminnan hajautettu päätöksenteko ja ei-hierarkisuus tuo nopeutta ja tukee yhteistyötä.</p>	<p>Ekosysteemin kokonaisuus on uniikki ja pohjautuu toimijoiden väliseen luottamukseen, laaja-alaiseen osaamiseen ja paikallisten sivuvirtojen saatavuuteen. Toimijoilla on vahva kytkös tutkimukseen ja tieteeseen, ja konsepti on lähtöisin yliopiston kehityshankkeesta. Yhteistyö yliopiston kanssa on edelleen vahvaa. Ekosysteemi myös yhdistää eri toimialoja ja arvoketjun eri toimijoita keskenään. Konsepti on teknisessä mielessä mahdollista monistaa kymmenille paikkakunnille Suomessa, mutta kannattava toiminta vaatii logistisesti vastaavan raaka-aineden saatavuuden, sopivan ja riittävän tilakoon sekä rohkeat paikalliset toimijat.</p> <p>Yritysmuotoinen toiminta tuo tiettyä muotoa ja hierarkiaa toimintaan, mutta toimijoiden yhteinen keskustelu on dynaamista ja avointa, ja mahdollistaa myös nopean toiminnan ja uusien yhteistyömahdollisuuksien liittämisen konseptiin.</p>

Liite 12. Analyysi Eco3 kiertotalousekosysteemin toiminnasta peruselementtien pohjalta (lähde: ekosysteemihaastattelut)

Ekosysteemisen toiminnan elementti	Päähavainnot ekosysteemeissä
<p>MIKSI</p> <p>Jaettu visio: toimijoilla syy toimia yhdessä ja yhteinen kuva arvonnasta tulevaisuudesta.</p>	<p>Nokian kaupunki on kaavoittanut ja panostaa Kolmenkulman yrityspuistoalueen kehittämiseen. Alueelle on sijoittunut viime vuosina yrityksiä, joilla on kiertotalouteen liittyvää toimintaa. Kaupungin kehitysyhtiö Verte Oy on laatinut yhdessä kaupungin kanssa alueelle liike-toimintasuunnitelman, jonka mukaan alueelle voisi kehittyä 200 Meur vuotuinen liikevaihto. Muut toimijat eivät ole olleet luomassa yhteistä suunnitelmaa, vaan se on lähtenyt kaupungin kehitystarpeista.</p>
<p>KUKA</p> <p>Monitoimijuus: toimijat ovat verkottuneet monen-keskeisesti ja toiminnot täydentävät toisiaan.</p> <p>Dynaamisuus: toimijat kehittyvät ja kehittyvät markkinoilla erikseen ja yhdessä, ja muuttuvat ja muuttavat sitä.</p>	<p>Ekosysteemin toimijoita ovat Nokian kaupungin kehitysyhtiö Verte Oy (alueen kehitystoiminnan fasilitointi ja konseptikehitys), Nokian Vesi Oy (kaupungin jätevedenpuhdistuslaitos), Pirkanmaan jätehuolto (biojätteen ja lietteen mädätys biokaasuksi), Molok Oy (jätessäiliöt ja keräysratkaisut), Ecolan Oy (voimalaitostuhkapohjaiset lannoite- ja maarakennustuotteet), Kiertoketju Oy (pyrolyysiöljy kumimurskeesta ja muovista) ja NoWaste Oy (kumijätteen murskaus ja myynti). Alueelle ovat sijoittuneet myös Outotec, Leppäkosken Sähkö, NCC sekä Nokian keskustan läheisyyteen Nokian renkaat (kumimurske). Verte tekee tutkimus- ja kehitysyhteistyötä VTT:n, TUT:n ja TAMK:n kanssa mm. hiilidioksidin talteenotokonseptien kehittämässä. Pirkanmaan liitto tukee kiertotalouden kehittämistä alueelle hankkeiden ja strategiyhteistyön kautta Verten kanssa.</p>
<p>MITÄ</p> <p>Modulaarisuus: kehitettävät ratkaisut täydentävät toisiaan ja niistä muodostuu uniikki kokonaisuus.</p> <p>Resurssivirrat, tehokkuus ja arvonnalisä: Vuorovaikutus ekosysteemeissä auttaa yhdistämään resursseja ja hyödyntämään niitä ristiin</p>	<p>Puiston toimijat ovat klusteroituneet kumimurskeen kierrätyksen ympärille (NoWaste, Kiertoketju), jäteveden puhdistuksen ympärille rakentuneeseen klusteriin (Nokian Vesi, Pirkanmaan jätehuolto) ja voimalaitostuhkan tuotteistuksen ympärille (Ecolan, NCC). Alueella on myös muuta yritystoimintaa, joka ei materiaalisesti liity muiden yritysten arvoketjuihin. Yhteistoiminta perustuu tyypillisesti sivuvirran hyödyntämiseen peräkkäisissä arvoketjun toiminnoissa. Osa toimijoista on vain löyhästi kiinnittynyt ekosysteemin materiaalivirtoihin tai toimintaan. Sijoittuminen lähekkäin kuitenkin edistää yhteistyötä niillä yrityksillä jotka jalostavat samasta materiaalivirrasta tuotteita.</p>

Ekosysteemisen toiminnan elementti	Päähavainnot ekosysteemeissä
<p>MITEN</p> <p>Kerroksellisuus: Toimijat voivat jakaa ja yhdistää ekosysteemin resursseja ja jalostaa niistä uutta arvoa. Innovaatio-, liiketoiminta- ja tietoekosysteemien elementit kerrostuvat.</p> <p>Ei-hierarkisuus: Toiminnan hajautettu päätöksenteko ja ei-hierarkisuus tuo nopeutta ja tukee yhteistyötä.</p>	<p>Yrityksillä on pääosin kahdenkeskeisiä suhteita materiaalivirtoihin ja T&K yhteistyöhön liittyen (esim. Ecolanin & NCC:n tuotekehitysyhteistyö bitumia korvaavan sideaineen testauksessa, NoWasten ja Kiertoketjun yhteistyö kumimurskeen hyödyntämisessä). Yksittäisillä toimijoilla (mm. Ecolan) on aktiivista T&K yhteistyötä omissa verkostoissaan myös Eco3:n ulkopuolella. Liiketoimintaa pyritään kehittämään myös kansainvälisesti (mm. Ecolan & NoWaste). Ecolanilla on vahvaa toimintaa ja kehityshankkeita myös valtakunnallisesti. Tieto ja innovaatio ovat liiketoiminnan kehityksessä tärkeänä elementtinä, ja Verte kehittää hankkeissa uusia konsepteja yhteistyössä TKI-toimijoiden kanssa. TKI-toimijat (VTT, TUT, TAMK) osallistuvat yrityspuiston tapaamisiin, joita Verte fasilitoi. Alueelle tavoitellaan uusia toimintoja mm. biomassaterminaalia ja mahdollisesti muovin kierrätysliiketoimintaa.</p> <p>Verte toimii vahvana yhteistyön veturina ja toimijoiden verkottajana, sekä auttaa alueelle sijoittuvia yrityksiä mm. luvituksessa. Verte on tehnyt yhtenäisiä strategisia linjauksia Pirkanmaan maakunnan kiertotaloustavoitteisiin nähden. Verten ainoana varsinaisena resursina toimii toimitusjohtaja, mutta kaupunki tukee muilla resursseilla tarvittaessa toimintaa. Yritysten sitoutumisen aste Eco3 ekosysteemin kehittämiseen vaihtelee. Kaikissa yrityksissä on kuitenkin aktiivista kehitystä käynnissä omissa materiaalikierron arvoverkkoissaan.</p>

Liite 13a. Priorisoidut politiikkatoimet ja vaikuttavuus eri kasvutekijöihin; kooste työpalaverin asiantuntija-arvioista

Kiertotalouden kasvun tekijät ----- Toimenpiteet	Kysyntä ja tarjonta markkinoilla -nähtiin tärkeimpänä elementtinä kaitentyyppisten ekosysteemien kasvuun	Disruptiiviset ratkaisut -nähtiin tärkeänä kaitentyyppisissä ekosysteemeissä	Raaka-aineen saatavuus ja hyödynnettävyys -nähtiin tärkeänä kaikissa ekosysteemeissä	Kasvuhalu ja -kyky -nähtiin tärkeänä alueellisissa ja visiolähtöisissä ekosysteemeissä	Teollinen mittakaava (suuruuden ekonomia, skaalautuvuus, monistettavuus) -nähtiin tärkeänä	Ekosysteeminen toiminta -nähtiin tärkeänä alueellisissa ja visiolähtöisissä ekosysteemeissä
Ekologinen verouudistus Synkronointi jätteenpolttoäänösten ym. kanssa Päästöperusteinen ja uusiutumattomien raaka-aineiden verotus	Alueellisissa ekosysteemeissä nähdään tärkeänä tukea uusio- raaka-aineiden hintakilpailukykyä verokanto- ja uudistamalla. Kilpailukykyinen hinta lisää kysyntää.	-	Alueellisissa ekosysteemeissä nähdään tärkeänä tukea uusio- raaka-aineiden kilpailukykyä verokantoja uudistamalla.	-	-	-
Alueelliset kasvustrategiat Orkestroinnin tuki ym. Nähtiin tärkeänä alueellisista vahvuuksista ponnistaville ekosysteemeille	-	-	Alueelliset kasvustrategiat määrittelevät panostuksia infraan, joka puolestaan tarvitaan raaka-aineiden tuomiseen markkinoille	Alueelliset kasvustrategiat auttavat yksittäisiä toimijoita, tuovat kontakteja kv. markkinaa; kiinnittyminen aluestrategiaan tuo kasvumotivaatiota	-	Kasvustrategiat antavat suunnan ekosysteemien kehittämiseen ja erikoistamiseen. Alueelliset toimenpiteet voidaan suunnata oikein.
Julkiset hankinnat kiertotalouden periaatteiden mukaisesti	Julkisilla hankinnoilla voi olla iso merkitys kysynnän synnyttämiseen ja referenssinä.	-	-	-	-	-

Kiertotalouden kasvun tekijät ----- Toimenpiteet	Kysyntä ja tarjonta markkinoilla -nähtiin tärkeimpänä elementtinä kaikenlaisien ekosysteemien kasvun	Disruptiiviset ratkaisut -nähtiin tärkeänä kaikenlaisissa ekosysteemeissä	Raaka-aineiden saatavuus ja hyödynnettävyys -nähtiin tärkeänä kaikissa ekosysteemeissä	Kasvuhalu ja -kyky -nähtiin tärkeänä alueellisissa ja visiolähtöisissä ekosysteemeissä	Teollinen mittakaava (suuruuden ekonomia, skaalautuvuus, monistettavuus) -nähtiin tärkeänä	Ekosysteemin toiminta -nähtiin tärkeänä alueellisissa ja visiolähtöisissä ekosysteemeissä
Ekosysteemi-kohtaiset kasvuohjelmat Viestintä ja koulutus Strategia- ja road map työ Pohjoismaisen yhteistyön vahvistaminen	Ekosysteemi-kohtainen yhteinen markkinamuotoilu lisäisi kysyntää.	Yhdessä kehitettyjen palvelumallien kautta pääsy kv- markkinaan helpotuisi; mallit rakennettaisiin yhteisen datan ja logistiikan avulla.	Ohjelmissa voisi toteuttaa virtuaalisen materiaalin hallinta-alustan, joka toisi sekundaariset raaka-aineet ekosysteemin käyttöön.	-	-	Teollisuuden vahvojen vetureiden ekosysteemit hyötyvät,
Hankerahoitus pilotointeihin Tärkeä alueellisten ja visiolle rakentuneille ekosysteemeille Myös yli Suomen rajojen	Pilotoinnin tuki luo kiinnostusta tuotteisiin markkinoilla	Tukee disruptiivisten ratkaisujen kehittämistä	-	Pilotointi on usein kallista; pilotoinnin tuuki nopeuttaa ja mahdollistaa kasvua kun kasvatetaan mittakaavaa tai haetaan uutta markkinaa	Pilotoinnin tuki on tärkeä kun haetaan kustannustehokasta mittakaavaa; tuoketteryyttä ja joustavuutta kokeiluihin ja nopeuttaa markkinoille pääsyä	Edistää ekosysteemin yhteistä kehitystyötä ja konkretisoi yhteistoimintaa

Liite 13b. Priorisoidut politiikkatoimet ja vaikuttavuus eri kasvutekijöihin; kooste työpalaverin asiantuntija-arvioista

Kiertotalouden kasvun tekijät ----- Toimenpiteet	Kysyntä ja tarjonta markkinoilla nähtiin tärkeimpänä elementtinä kaikenlaisen elintarvikkeiden ekosysteemien kasvuun	Disruptiiviset ratkaisut nähtiin tärkeänä kaikenlaisen elintarvikkeiden ekosysteemeissä	Raaka-aineen saatavuus ja hyödynnettyvyys nähtiin tärkeänä kaikissa ekosysteemeissä	Kasvuhalu ja -kyky nähtiin tärkeänä alueellisissa ja visiolähtöisissä ekosysteemeissä	Teollinen mittakaava (suuruuden ekonomia, skaalautuvuus, monistettavuus) nähtiin tärkeänä	Ekosysteeminen toiminta nähtiin tärkeänä alueellisissa ja visiolähtöisissä ekosysteemeissä
Pitkäjänteinen kiertotalouden TKI ja kaupallistamisen tukirahoitus silloittamaan polkua innovaatiosta kasvuun Myös muuhun kestävä kehityksen tukemiseen	-	Pitkäjänteinen TKI-tuki tärkeä uusien ratkaisujen synnyttäjänä, erityisesti teollisten vetureiden ekosysteemien näkökulmasta.	Innovaatiot keskiössä uusien raaka-aineiden hyödyntämiseen; TKI rahoitusta tarvitaan.	Kasvuun tarvitaan uniikkeja ratkaisuja, joiden syntyä TKI rahoitus tukee.	-	Kaiken tyyppiset ekosysteemit hyötyvät ja nähtiin näissä tärkeäksi. Pitkäjänteinen poliittinen sitoumus mahdollistaa täysin uuden paradigman kehittämisen ja markkinaehtoisen rahoituksen muunkaantulon.
PPP-muotoinen rahoitus ekosysteemiselle yhteiskehittämiseksi Teknologia ja liiketoimintamallit Madaltaa yksittäisen yrityksen riskiä	-	PPP-rahoitus tärkeä uusien ratkaisujen synnyttäjänä, erityisesti teollisten vetureiden ekosysteemien näkökulmasta.	-	-	-	Nähtiin tärkeäksi erityisesti teollisuuden vahvojen vetureiden ekosysteemeissä mm. pk-yritysyhteistyön kehittämiseen.

Kiertotalouden kasvun tekijät ----- Toimenpiteet	Kysyntä ja tarjonta markkinoilla nähtiin tärkeimpänä elementtinä kaikenlaisien ekosysteemien kasvuun	Disruptiiviset ratkaisut nähtiin tärkeänä kaikenlaisissa ekosysteemeissä	Raaka-aineiden saatavuus ja hyödynnettävyys nähtiin tärkeänä kaikissa ekosysteemeissä	Kasvuhalu ja -kyky nähtiin tärkeänä alueellisissa ja visiolähtöisissä ekosysteemeissä	Teollinen mittakaava (suuruuden ekonomia, skaalautuvuus, monistettavuus) nähtiin tärkeänä	Ekosysteeminen toiminta nähtiin tärkeänä alueellisissa ja visiolähtöisissä ekosysteemeissä
Kevyemmän sääntelyn pilotointi-kokeilujen tuki	Aktivoi markkinaa ja tuo ratkaisuja sinne nopeammin	-	Sääntely voi hankaloittaa pilotointia; esim. julkiset hankinnat voitaisiin pilotoida "kevyemmällä" kriteereillä	-	-	Rohkaisee ekosysteemistä toimintaa, mahdollistaa yhteiset nopeat kokeilut, "fail fast"
Koulutus ja osaamisen vahvistaminen	Julkisten ostajien kouluttaminen on seuraava vaihe, jotta innovatiiviset kiertotaloushankinnat saadaan käyntiin. Koulutus synnyttää älykäästä kysyntää ja lisää kiertotalous-tuotteiden markkinaa.	Vahva osaaminen syntyy mm. koulutuksen kautta ja on innovaation ja disruptiivisen toiminnan edellytys, ml. koulutus liiketoimintamalleista ja kiertotalouden periaatteista	-	Koulutusta tarvitaan yrittäjien tukemiseen ja tekijöiden törmäyttämiseen.	Kiertotalous ei houkuta työntekijöitä. Koulutuksella voidaan lisätä vetovoimaa alueilla ja teollisuudessa.	Teollisten vetureiden ekosysteemeissä sekä alueellisissa ekosysteemeissä nähtiin merkittävänä ekosysteemisen toiminnan kehittämisessä
Tuonti- ja vientiluvituksen helpottaminen Sivuvirtojen kuljetus luvituksineen kallista ja työlästä	-	-	-	Sivuvirtojen kuljetuksen helpompiluvitus mahdollistaa suuruuden ekonomiaa ja kasvua yli kotimarkkinan.	-	-

Kiertotalouden ekosysteemit

Tässä raportissa on selvitetty kiertotalouden tilaa, haasteita, toteumaa ja liiketoimintanäkymiä Suomessa lähinnä vuoden 2018 aineiston pohjalta. Ekosysteemien roolia kiertotalouden toteuttamisessa on selvitetty haastattelujen avulla. Selvityksen pohjalta esitetään toimenpidesuosituksia kiertotalouden kiihdyttämiseksi ja liiketoiminnan kasvattamiseksi Suomessa.

Kiertotalouden kansantaloudellinen merkitys seuraavien lähivuosien aikana pohjautuu julkisen ja yksityisen sektorin kykyyn toteuttaa kiertotalouden vaatimia toimintatapojen muutoksia ja hyödyntää niiden mukanaan tuomia mahdollisuuksia. Vaikka suurin osa materiaalikiertojen liikevaihdosta tulee tällä hetkellä suurten yritysten sivuvirtoja hyödyntävästä toiminnasta, on toiminta Suomessa vielä pääsääntöisesti alueellista, pienten ja keski suurten yritysten kierrätystoimintaa. Huolimatta alueellisten kiertotalouskeskittymien toistaiseksi vaatimattomasta kasvusta, on niillä taloutta kasvattava vaikutus alueellisesti toiminnan tehostumisen tuoman arvonlisän ja uusien ja uudenlaisten työpaikkojen muodossa.

Materiaalikiertoihin pohjautuva liiketoiminta tietyin rajauksin edustaa tällä hetkellä noin 5 %:a Suomen bruttokansantuotteesta. Materiaalikiertotalouden liiketoiminta on mahdollista kaksinkertaistaa vuoteen 2030 mennessä, mutta kasvu ja arvonaluonti vaativat toimia kierrätysraaka-aineiden saatavuuden ja hyödyntämismahdollisuuksien parantamiseksi sekä markkinan ja kysynnän aktivoimiseksi. Tarvitaan myös toimintatapojen avoimuutta, laajempi toimijajoukko ja tukea tutkimus- ja kehitystoimintaan riittävän toiminnan volyymin saavuttamiseksi. Ekosysteeminen ajattelu- ja toimintatapa on välttämätön kokonaisvaltaisten kiertotalousratkaisujen toteutuksessa.

Verkkojulkaisu

ISSN 1797-3562

ISBN 978-952-327-500-3

Sähköinen versio: julkaisut.valtioneuvosto.fi

Julkaisumyynti: julkaisutilaukset.valtioneuvosto.fi